N° d'enregistrement
au C.N.R.S.

THESE DE DOCTEUR-INGENIEUR ES SCIENCES NATURELLES

présentée
A LA FACULTE DES SCIENCES
de PARIS
par

M. Omar Yousry ABDALLAH

pour obtenir
le grade de Docteur-Ingénieur

-:-:-

Sujet de la Thèse : Variations génétiques de l'aptitude au vêlage et de ses composantes.

Soutenue le 1973 devant la Commission d'Examen

MM. LAMOTTE Président
GENERMONT, VISSAC Examinateurs

N° d'enregistrement
au C.N.R.S.

THESE DE DOCTEUR-INGENIEUR ES SCIENCES NATURELLES

présentée
A LA FACULTE DES SCIENCES
de PARIS
par

M. Omar Yousry ABDALLAH

pour obtenir
le grade de Docteur-Ingénieur

-:-:-

Sujet de la Thèse : Variations génétiques de l'aptitude au vêlage et de ses composantes.

Soutenue le

devant la Commission d'Examen

MM. LAMOTTE Président
GENERMONT, VISSAC } Examinateurs

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

- R E M E R C I E M E N T S -

Cette thèse a été réalisée grâce à l'initiative de Monsieur le Professeur KHISHIN, de la Faculté Agronomique d'AIN-SHAMS (Egypte) ; ses encouragements m'ont toujours soutenu. Je l'en remercie vivement.

Monsieur le Professeur LAMOTTE, de la Faculté des Sciences de PARIS, m'a fait l'honneur de bien vouloir présider le jury de cette thèse. Je lui exprime ici ma respectueuse reconnaissance pour l'attention qu'il m'a toujours accordée.

Je ne saurais assez témoigner toute ma gratitude à Monsieur VISSAC, Directeur de la Station de Génétique Quantitative et Appliquée (I.N.R.A.), qui m'a guidé tout au long de l'élaboration de ce travail.

Je remercie aussi le Professeur GENERMONT, de la Faculté des Sciences d'ORSAY, d'avoir accepté de participer à ce jury.

L'aspect matériel de mon stage a été grandement facilité grâce au concours de l'Université d'AIN-SHAMS (Egypte), le Ministère français des affaires étrangères et l'Institut Technique d'Elevage Bovin ; qu'ils en soient remerciés.

Je remercie tous mes collègues du Département de Génétique Animale, en particulier Monsieur MENISSIER qui a collaboré étroitement aux différentes phases de cette étude, ainsi que Monsieur POLY, Directeur du Département de Génétique Animale (I.N.R.A.), qui m'a toujours accordé un soutien amical. Que tout le personnel des domaines expérimentaux du Département trouve ici l'assurance de ma reconnaissance.

Je voudrais exprimer une gratitude particulière à Madame PONT pour le dévouement et le soin avec lesquels elle a dactylographié cette thèse, ainsi qu'à Monsieur CHAMBEYRON qui a assuré la réalisation, souvent complexe, du traitement mécanographique de mes données.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548016_0009

- S O M M A I R E -

Pages

- INTRODUCTION - 1

- 1ère PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LES VARIATIONS D'APTITUDES AU VELAGE. 3

1 - RAPPELS SUR LE DEROULEMENT NORMAL ET PATHOLOGIQUE DU VELAGE. 4

1.1. Anatomie du bassin : 4

1.1.1. Les pièces osseuses. 4

1.1.2. Les muscles. 9

1.1.3. Les ligaments. 9

1.2. Déroulement normal de la parturition : 9

1.2.1. Les principales phases du vêlage. 9

1.2.2. Mécanismes neuro-hormonaux. 17

1.2.2.1. Le rôle des hormones. 18

1.2.2.2. Le rôle des centres nerveux. 18

1.3. Les divers types de dystocies : 18

1.3.1. Importance relative. 18

1.3.2. Conséquences. 24

2 - CONTROLE DE L'APTITUDE AU VELAGE ET DE SES COMPOSANTES ANATOMIQUES : 27

2.1. Modalités d'appréciation des difficultés de vêlage. 27

2.1.1. Capacité de la vache à expulser son veau. 30

2.1.2. Niveau technique de l'assistance. 31

2.1.3. Nature de l'intervention de l'éleveur. 31

2.1.4. Nature de l'intervention du vétérinaire. 32

.../.

Pages

2.1.5. Causes de l'intervention. 32

2.1.6. Conséquences de l'intervention. 32

2.1.7. Codification complexe. 34

2.2. Mesures des dimensions du bassin. 34

2.2.1. Mesures des dimensions internes. 36

2.2.1.1. Moyens de mesures. 36

2.2.1.1.1. Appréciation manuelle. 36

2.2.1.1.2. Réglette télescopique. 36

2.2.1.1.3. Compas. 38

2.2.1.1.4. Radiographie. 41

2.2.1.1.5. Examen des carcasses. 41

2.2.1.2. Mesures réalisées et expression de l'ouverture pelvienne. 43

2.2.1.3. Précision des estimations de l'ouverture pelvienne. 50

2.2.2. Mesures des dimensions externes. 50

2.2.2.1. Définitions des mesures externes. 51

2.2.2.2. Possibilités d'estimation de l'ouverture pelvienne à partir des mesures externes du bassin. 54

2.2.3. Liaisons statistiques entre les dimensions externes et internes du bassin. 57

2.3. Mesures des dimensions du veau. 60

3 - CAUSES DE VARIATION DE L'APTITUDE AU VELAGE. 63

3.1. Analyse des causes de variation. 63

3.2. Actions extrinsèques. 65

3.2.1. Alimentation dans le jeune âge. 65

.../..

Pages

3.2.2. Alimentation et conduite en fin de gestation. 66

3.3. Actions intrinsèques. 77

3.3.1. Age de la mère. 77

3.3.1.1. Age au premier vêlage. 80

3.3.1.2. Rang de vêlage. 83

3.3.2. Sexe du veau. 90

3.4. Variations d'origine génétique. 94

3.4.1. Différences entre races. 97

3.4.1.1. Comparaisons globales des races. 97

3.4.1.2. Comparaison analytique de races maternelles et paternelles. 101

3.4.1.3. Discussion. 109

3.4.1.3.1. Rapports de poids. 109

3.4.1.3.2. Variations morphologiques. 114

3.4.2. Variations liées au caractère culard. 115

3.4.2.1. Le caractère culard et les difficultés de vêlage : résultats expérimentaux. 115

3.4.2.1. Veaux culards. 119

3.4.2.1. Pères culards. 119

3.4.2.1.3. Mères culardes. 121

3.4.2.2. Discussion de l'incidence du caractère culard sur les difficultés de vêlage. 121

3.4.2.2.1. Le format du veau et de sa mère. 123

3.4.2.2.2. La morphologie du veau et de sa mère. 123

.../..

Pages

3.4.2.2.2.1. Morphologie du veau culard. 124

3.4.2.2.2.2. Morphologie de la vache culardе. 127

3.4.3. Variations entre descendances paternelles. 134

3.4.3.1. Résultats. 134

3.4.3.1.1. Effet direct. 136

3.4.3.1.2. Effet maternel. 136

3.4.3.2. Discussion. 139

3.4.3.2.1. Effet direct. 139

3.4.3.2.2. Effet maternel. 140

3.4.4. Variations individuelles. 143

3.4.4.1. Résultats analytiques. 143

3.4.4.1.1. Dimensions du veau. 143

3.4.4.1.2. Ouverture pelvienne. 144

3.4.4.1.3. Préparation au vêlage. 147

3.4.4.1.4. Présentation du veau au vêlage. 149

3.4.4.2. Résultats synthétiques. 150

3.4.5. Conclusion sur les variations génétiques. 152

4 - POSSIBILITES D'AMELIORATION GENETIQUE DE L'APTITUDE AU VELAGE. 157

4.1. Nature de l'information considérée. 157

4.2. Stade de la sélection. 158

4.2.1. Volume du veau. 159

4.2.2. Ouverture pelvienne. 161

4.3. Mode d'exploitation des populations animales. 162

- 2ème PARTIE : ETUDE SUR LES VARIATIONS D'APTITUDE AU VELAGE DANS LES CROISEMENTS ENTRE RACES RUSTIQUES ET RACES A VIANDE.

Pages

1 - MATERIEL ANIMAL ET SCHEMA EXPERIMENTAL. 166

1.1. Schéma d'accouplement. 166

1.1.1. Les races concernées. 166

1.1.1.1. Races maternelles. 166

1.1.1.2. Races paternelles. 167

1.1.2. Les types génétiques à étudier. 168

1.1.2.1. Le croisement de 1ère génération. 168

1.1.2.2. Le croisement à double étage. 171

1.1.2.3. Le croisement d'absorption et le croisement alternatif. 173

1.1.3. Réalisation du schéma expérimental. 173

1.2. Méthode d'élevage et de conduite des animaux. 176

1.3. Contrôles techniques. 181

1.3.1. Manifestations et comportement avant, pendant et après le vêlage. 181

1.3.1.1. Manifestations de la préparation précoce au vêlage. 181

1.3.1.2. Manifestations de la préparation immédiatement avant le vêlage. 183

1.3.1.3. Comportement pendant la parturition. 184

1.3.1.4. Manifestation et comportement post-partum. 185

1.3.2. Contrôles de la morphologie du bassin et du format général de l'animal. 187

1.3.2.1. Morphologie externe du bassin. 187

1.3.2.2. Morphologie interne du bassin. 187

1.3.2.3. Format de l'animal. 191

1.3.3. Contrôle de la morphologie du veau à la naissance. 194

.../..

Pages

2 - RESULTATS.

2.1. Variations globales des conditions de vêlage. 198

2.1.1. Méthode d'analyse. 198

2.1.1.1. Calcul des fréquences relatives. 198

2.1.1.2. Analyse de variance et estimées de moindres carrés des notes de conditions de vêlage . 203

2.2. Analyse des conditions de vêlage et du comportement de la femelle à la mise-bas. 212

2.2.1. Liaisons globales entre les difficultés de vêlage et les critères de comportement au vêlage. 212

2.2.2. Variations génétiques du comportement de la femelle au vêlage. 217

2.3. Conditions de vêlage et déséquilibre morphologique foeto-maternel. 224

2.3.1. Caractéristiques morphologiques des échantillons. 224

2.3.2. Liaison globale entre les conditions de vêlage et les critères morphologiques. 224

2.3.2.1. Liaisons linéaires. 226

2.3.2.1.1. Liaisons simples. 226

2.3.2.1.2. Liaisons à plusieurs variables. 2[illegible]

2.3.3. Variations génétiques des critères morphologiques. 243

2.3.3.1. Estimation des différences génétiques. 243

2.3.3.1.1. Méthode d'analyse. 243

2.3.3.1.2. Résultats. 250

2.3.3.2. Analyse et interprétation des différences génétiques. 259

2.3.3.2.1. Estimation de l'importance des actions génétiques non additives. 261

2.3.3.2.1.1. Méthode d'analyse. 261

2.3.3.2.1.2. Résultats. 263

.../..

Pages

2.3.3.2.2. Evolution des critères morphologiques de la race rustique. 266

2.3.3.2.2.1. Méthode d'analyse. 266

2.3.3.2.2.2. Résultats. 267

2.3.3.2.3. Comparaison des races à viande. 270

2.3.3.2.3.1. Méthode d'analyse. 274

2.3.3.2.3.2. Résultats. 274

2.3.3.3. Conclusion. 275

3 - DISCUSSION. 295

3.1. Variation globale des conditions de vêlage. 295

3.2. Différences entre veaux mâles et femelles. 296

3.3. Différences entre types génétiques. 297

3.3.1. Comportement à la mise-bas. 297

3.3.2. Déséquilibre morphologique foeto-maternel. 299

3.3.2.1. Actions génétiques non additives. 300

3.3.2.2. Evolution de la race rustique vers la race à viande. 301

3.3.2.3. Comparaison des races Charolaise et Blonde d'Aquitaine. 301

3.4. Liaisons individuelles entre l'aptitude au vêlage et ses composantes. 305

3.4.1. Au vêlage. 305

3.4.2. A la puberté. 306

4 - CONCLUSION. 307

- Références bibliographiques. 310

- Annexe.

LISTE DES TABLEAUX

1ère partie : "REVUE BIBLIOGRAPHIQUE"

TABLEAU N°	TITRE DU TABLEAU	PAGE
1	- Description simplifiée des manifestations associées aux différentes phases du vêlage.	15
2	- Analyse schématique des divers modes de présentation du foetus.	23
3	- Taux de mortalité des veaux en fonction de leurs conditions de naissance.	25
4	- Résultats de l'enquête effectuée dans la Nièvre sur les types d'interventions pratiquées au moment du vêlage.	29
5	- Codification des difficultés de vêlage en fonction de la nature et de la conséquence des interventions.	35
6	- Appréciation manuelle de la largeur du détroit pelvien antérieur.	37
7	- Principales caractéristiques des mensurations de pelvimétrie interne rencontrées dans la bibliographie.	45
8	- Mesures externes du bassin utilisées par la plupart des auteurs s'intéressant à la pelvimétrie interne.	52
9	- Valeurs des coefficients de proportionalité a et b entre la hauteur sacro-pubienne et la hauteur au garrot, la largeur bis-iliaque médiane et la largeur aux hanches.	56
10	- Coefficients de corrélation entre les dimensions externes du bassin et l'ouverture pelvienne ou ses composantes.	58
11	- Coefficients de corrélation multiple (R^2) entre l'ouverture pelvienne d'une part et les mensurations externes du bassin et de format d'autre part.	59
12	- Mensurations utilisées par la plupart des auteurs pour estimer (autre que le poids de naissance) l'encombrement du foetus au moment du vêlage.	61
13	- Incidence d'une restriction alimentaire sur l'aptitude au vêlage des génisses (race Holstein).	67
14	- Incidence d'une restriction alimentaire en fin de gestation sur l'aptitude au vêlage des génisses (race Hereford).	69
15	- Incidence des restrictions alimentaires avant et après vêlage sur la fertilité des vaches.	70
16	- Niveau énergétique de la ration en fin de gestation et difficultés de vêlage.	71

.../..

TABLEAU N°	TITRE DU TABLEAU	PAGE
17	- Niveau alimentaire en fin de gestation et difficultés de vêlage.	73
18	- Incidence du niveau alimentaire avant le vêlage sur la croissance, les dimensions de l'ouverture pelvienne des mères et le poids à la naissance de leurs veaux.	75
19	- Age moyen des vaches en fonction du type de vêlage.	78
20	- Comparaison entre premier vêlage à 2 ans et vêlages consécutifs pour le taux de vêlages difficiles.	79
21	- Variations du taux de vêlages difficiles des génisses vêlant à 2 et 3 ans.	81
22	- Variations des taux de vêlages difficiles avec l'âge au premier vêlage en race Charolaise.	82
23	- Liaison entre l'âge au 1er vêlage et le taux de vêlages difficiles.	84
24	- Effet du rang de vêlage sur les difficultés de mise-bas.	85
25	- Variations du pourcentage de vêlages difficiles du 1er vêlage aux vêlages ultérieurs (race Pie-Noire).	87
26	- Variations des dimensions du détroit pelvien antérieur en fonction de l'âge des femelles.	88
27	- Evolution du rapport HSP/LBIM en fonction de l'âge.	89
28	- Effet du sexe du veau sur les difficultés de vêlage.	91
29	- Poids à la naissance des veaux mâles et femelles suivant les conditions de vêlage.	96
30	- Comparaison des conditions de vêlage entre animaux élevés en race pure.	98
31	- Comparaison de conditions de vêlage en élevage de race pure (résultats analytiques).	100
32	- Comparaison (2 à 2) des conditions de vêlage des races à viande en croisement.	102
33	- Comparaison (2 à 2) des conditions de vêlage des races laitières en croisement.	103
34	- Comparaison (2 à 2) des conditions de vêlage entre races paternelles à viande et laitières.	104
35	- Comparaison (2 à 2) des conditions de vêlage entre races maternelles à viande et laitières.	105
36	- Comparaison (2 à 2) des conditions de vêlage des races paternelles et maternelles (résultats pondérés).	107
37	- Différences de durée de gestation, de poids à la naissance et de conditions de vêlage entre races paternelles de grande taille et de petite taille.	112

.../..

TABLEAU N°	TITRE DU TABLEAU	PAGE
38	- Effet d'hétérosis sur le poids à la naissance, supériorité (en pourcentage) de la moyenne des croisements réciproques sur celle des races parentales.	113
39	- Principales caractéristiques de format, d'ouverture pelvienne et de facilité de vêlage en races françaises.	116
40	- Variations des difficultés de vêlage et des valeurs relatives : ouverture pelvienne - dimensions du veau.	117
41	- Bibliographie essentielle concernant l'incidence du caractère culard sur les difficultés de vêlage (classée par pays).	118
42	- Comparaison des pourcentages de césariennes entre veaux culards et normaux en races belges.	120
43	- Incidence du caractère culard sur les difficultés de vêlage dans la race Charolaise.	122
44	- Comparaison du poids des groupes musculaires et des os de 4 veaux culards et 3 normaux (à la naissance).	125
45	- Comparaison des circonférences des veaux culards et normaux à la naissance.	126
46	- Rapport du poids des os des bovins culards et normaux.	128
47	- Mesures comparées du bassin de taurillons charolais culards et normaux (sur carcasse).	129
48	- Mesures comparées du bassin des bovins charolais culards et normaux (sur animaux vivants).	130
49	- Mesures comparées du bassin des taurillons charolais à forte musculature et normaux (sur animaux vivants, âgés de 13 mois).	131
50	- Mesures comparées du bassin des génisses normales et à forte musculature en race Moyenne et Haute Belgique (sur carcasse).	132
51	- Comparaison des poids des groupes musculaires des bovins culards et normaux.	133
52	- Incidence de la configuration de la croupe sur la surface du détroit pelvien antérieur.	135
53	- Variation de fréquence des difficultés de vêlage selon les taureaux et l'âge des femelles auxquelles ils sont accouplés.	137
54	- Coefficients d'héritabilité des difficultés de vêlage.	138
55	- Poids moyen des veaux issus de vêlages difficiles selon les descendances paternelles.	141
56	- Coefficients d'héritabilité des mesures d'ouverture pelvienne.	142
57	- Coefficients de corrélation phénotypique simple entre le poids à la naissance et les conditions de vêlage (données individuelles).	145

.../..

TABLEAU N°	TITRE DU TABLEAU	PAGE
58	- Coefficients de corrélation phénotypique simple entre le poids à la naissance du veau et la durée de gestation.	146
59	- Coefficients de corrélation phénotypique simple entre l'ouverture pelvienne (et ses composantes) et les conditions de vêlage.	148
60	- Difficultés de vêlage dues à des anomalies de présentation.	151
61	- Comparaison des mesures d'ouverture pelvienne et d'encombrement du veau suivant les conditions de vêlage.	153
62	- Dimensions des veaux à la naissance et liaisons avec les conditions de vêlage (note).	154
63	- Liaison entre le rapport poids de naissance du veau / ouverture pelvienne et les conditions de vêlage au 1er vêlage.	155
64	- Précision d'estimation des conditions de vêlage suivant la nature de l'information utilisée.	156
65	- Comparaison de la précision d'estimation des difficultés de vêlage correspondant à diverses combinaisons de variables prédictrices.	160
66	- Liaison entre la surface de l'ouverture pelvienne et l'aptitude au vêlage.	163

2ème partie : ETUDE SUR LES VARIATIONS D'APTITUDE AU VELAGE DANS LES CROISEMENTS ENTRE RACES RUSTIQUES ET RACES A VIANDE.

TABLEAU N°	TITRE DU TABLEAU	PAGE
67	- Mensurations corporelles moyennes des animaux contrôlés au Concours Général de PARIS en 1954.	169
68	- Schéma expérimental utilisé en vue de la comparaison simultanée des divers génotypes concernés par les trois hypothèses.	174
69	- Planning des accouplements et effectif correspondant.	175
70	- Déroulement chronologique des opérations d'élevage et de contrôle des vaches ; (expérience "Aubrac").	178
71	- Déroulement chronologique des opérations d'élevage et de contrôle des veaux.	179
72	- Déroulement chronologique des opérations d'élevage et de contrôle ; (expérience "Gasconne").	180
73	- Expression des manifestations et du comportement avant, pendant et après le vêlage.	188
74	- Mesures des dimensions externes du bassin.	190
75	- Mesures de format de l'animal.	193
76	- Echantillons d'animaux mesurés.	195
77	- Mesures des dimensions du veau à la naissance.	197
78	- Fréquence des vêlages difficiles selon le type génétique considéré ; (échantillon n° 1 - expérience "Aubrac").	199
79	- Fréquence des vêlages difficiles selon le type génétique considéré ; (échantillon n° 2 - expérience "Gasconne").	200
80	- Fréquence des vêlages difficiles selon le type génétique considéré ; (échantillons n°s 1 et 2). (Récapitulatif).	201
81	- Comparaison entre types génétiques des fréquences de vêlages difficiles ; (échantillon n° 1 "Aubrac").	204
82	- Comparaison entre types génétiques des fréquences de vêlages difficiles ; (échantillon n° 2 "Gascon").	205
83	- Effets du sexe du veau, du type génétique de la mère et de la race du père sur la variance de la note des conditions de vêlages.	207
84	- Estimées de moindres carrés pour la note des conditions de vêlage selon le type génétique.	208
85	- Valeurs moyennes et nombre des cas de comportement défavorable selon le type génétique.	213

.../..

TABLEAU N°	TITRE DU TABLEAU	PAGE
86	- Relations globales entre les difficultés de mise-bas et les critères de comportement au vêlage (valeurs des χ^2).	216
87	- Comparaison des valeurs moyennes et des fréquences des cas de comportement défavorable ; (échantillon n° 1 - Aubrac).	218
88	- Comparaison des valeurs moyennes et des fréquences des cas de comportement défavorable ; (échantillon n° 2 - Gascon).	221
89	- Valeurs moyennes et écarts-types des critères morphologiques mesurés sur les mères et les veaux.	225
90	- Coefficients de corrélation phénotypique entre les conditions de vêlage et les critères morphologiques mesurés sur les mères et les veaux.	227
91	- Coefficients de corrélation phénotypique entre les notes de conditions de vêlage et les critères morphologiques des veaux (échantillon n° 1 - Aubrac).	228
92	- Coefficients de corrélation phénotypique entre les notes de conditions de vêlage et les critères morphologiques des veaux (échantillon n° 2 - Gascon).	229
93	- Coefficients de corrélation phénotypique entre les notes de conditions de vêlage et les mesures du bassin;(échantillon n° 1 - Aubrac).	230
94	- Coefficients de corrélation phénotypique entre les notes de conditions de vêlage et les mesures du bassin;(échantillon n° 2 - Gascon).	231
95	- Précision d'estimation de la note de difficultés de vêlage à partir d'équation de regression multiple à 2 variables relatives aux critères morphologiques des mères et des veaux.	233
96	- Liaison entre variables composées (critères morphologiques foeto-maternels) et la note de conditions de vêlage.	234
97	- Test de linéarité des liaisons du poids à la naissance et de l'ouverture pelvienne avec la note de difficultés de vêlage.	237
98	- Effet du type génétique maternel sur les critères morphologiques de la mère.	245
99	- Comparaison des effets du sexe du veau, du type génétique maternel et de la race paternelle sur les critères morphologiques du veau à la naissance;(échantillon n° 1 - Aubrac).	246
100	- Comparaison des effets du sexe du veau, du type génétique maternel et de la race paternelle sur les critères morphologiques du veau à la naissance ; (échantillon n° 2 - Gascon).	247
101	- Effets du sexe du veau, du type génétique maternel et de la race paternelle sur les critères morphologiques du veau.	248
102	- Comparaison des effets des types génétiques maternels sur les critères morphologiques des génisses à 1 an et à 2 ans (échantillon n° 1 - Aubrac).	256

.../..

TABLEAU N°	TITRE DU TABLEAU	PAGE
103	- Comparaison des effets des types génétiques maternels sur les critères morphologiques des génisses à 1 an et à 2 ans ; (échantillon n° 2 - Gascon).	258
104	- Actions génétiques non additives (h_m) et hétérosis (H_m) sur les critères morphologiques des génisses;(échantillon n° 2 - Gascon).	264
105	- Actions génétiques non additives (h_m) et hétérosis (H_m) sur l'effet utérin ; (échantillon n° 2 - Gascon).	265
106	- Evolution des mensurations des femelles de la race rustique vers la race à viande.	268
107	- Evolution des mensurations des veaux de la race rustique vers la race à viande .	269
108	- Comparaison des races Charolaise et Blonde d'Aquitaine pour les dimensions de la femelle.	272
109	- Comparaison des races Charolaise et Blonde d'Aquitaine pour les dimensions du veau.	273
110	- Analyse du déséquilibre morphologique dans les croisements entre races rustiques et races à viande.	276
111	- Analyse des variations de la note de conditions de vêlage.	278
112	- Valeurs moyennes et pourcentages par type génétique des mères pour les critères considérés : fertilité, aptitude au vêlage et ouverture pelvienne.	281
113	- Coefficients de corrélation intra-type génétique entre l'aptitude au vêlage et la fertilité des mères.	282
114	- Valeurs et pourcentages des critères zootechniques et de l'aptitude au vêlage par type génétique des taurillons et génisses d'un an.	283
115	- Coefficients de corrélation intra-type génétique pour les taurillons et les génisses d'un an.	284
116	- Efficacité d'une prédiction précoce de l'aptitude au vêlage et de ses composantes maternelles ; (échantillon n° 1 - Aubrac).	289
117	- Efficacité d'une prédiction précoce de l'aptitude au vêlage et de ses composantes maternelles ; (échantillon n° 2 - Gascon).	290
118	- Prédiction de la note de conditions de vêlage à 2 an à partir de combinaisons à 2 mesures prises à 1 an.	292
119	- Poids moyen à la naissance et note de conditions de vêlage pour diverses stratégies de croisement entre races rustiques et races à viande.	304

LISTE DES FIGURES

1ère partie : " REVUE BIBLIOGRAPHIQUE"

FIGURE N°	TITRE DE LA FIGURE	PAGE
1	- Bassin osseux de vache (vue latérale)	5
2	- Bassin osseux de vache (vue craniale)	6
3	- Insertions musculaires sur le coxal du boeuf.	10
4	- Articulation sacro-iliaque et coxo-fémorale.	11
5	- Schématisation des modalités de variation génétique de l'aptitude au vêlage.	19
6	- Schématisation des degrés de disproportion foeto-maternelle au moment de l'expulsion du foetus.	33
7	- Schéma des réglettes télescopiques de pelvimétrie citées dans la bibliographie.	39
8	- Schéma des différents compas de pelvimétrie cités dans la bibliographie.	40
9	- L'utilisation de la radiographie pour préciser les changements d'ouverture pelvienne lors de la parturition.	42
10	- Schéma des différentes mesures internes du bassin citées dans la bibliographie.	44
11	- Points de résistance du foetus dans l'ouverture pelvienne.	49
12	- Schéma des différentes mensurations externes citées dans la bibliographie.	53
13	- Méthodes d'expression des détroits pelviens antérieur et postérieur à partir des mesures corporelles extérieures.	55
14	- Schéma des différentes mesures du veau à la naissance citées dans la bibliographie.	62
15	- Distribution des poids de naissance des veaux croisés Charolais, situant leur sexe et leur condition de vêlage.	95

2ème partie : ETUDE SUR LES VARIATIONS D'APTITUDE AU VELAGE DANS LES CROISEMENTS ENTRE RACES RUSTIQUES ET RACES A VIANDE.

FIGURE N°	TITRE DE LA FIGURE	PAGE
16	- Aires de dominance et effectif de races Aubrac, Gasconne, Blonde d'Aquitaine et Charolaise.	170
17	- Possibilités d'utilisation des races rustiques pour la production de viande.	172
18	- Estimation du volume de la vulve avant vêlage.	
19	- Réalisation de la pelvimétrie interne.	192
20	- Comparaison entre types génétiques des fréquences de vêlages difficiles; (échantillon n° 1 - Aubrac).	209
21	- Comparaison entre types génétiques des fréquences de vêlages difficiles ; (échantillon n° 2 - Gascon).	210
22	- Pourcentage de vêlages difficiles par classe de poids de naissance du veau et d'ouverture pelvienne de la mère ; (échantillon n° 1 - Aubrac).	238
23	- Pourcentage de vêlages difficiles par classe de poids de naissance du veau et d'ouverture pelvienne de la mère ; (échantillon n° 2 - Gascon).	239
24	- Pourcentage de vêlages difficiles suivant une note de préparation au vêlage (degré de relâchement des ligaments sacro-sciatiques) par classe de poids à la naissance du veau et d'ouverture pelvienne de la mère ; (échantillon n° 1 - Aubrac).	241
25	- Pourcentage de vêlages difficiles suivant une note de préparation au vêlage (degré de relâchement des ligaments sacro-sciatiques) par classe de poids à la naissance du veau et d'ouverture pelvienne de la mère ; (échantillon n° 2 - Gascon).	242
26	- Représentation schématique des différences entre types génétiques pour ses critères morphologiques des mères; (échantillon n° 1 - Aubrac).	251
27	- Représentation schématique des différences entre types génétiques des femelles pour les critères morphologiques des mères ; (échantillon n° 2 - Gascon).	253
28	- Représentation schématique des différences entre types génétiques des femelles pour les critères morphologiques des veaux à la naissance ; (échantillon n° 1 - Aubrac).	254
29	- Représentation schématique des estimées relatives aux critères morphologiques du veau ; (échantillon n° 2 - Gascon).	255
30	- Liaison entre ouverture pelvienne et critères zootechniques.	286
31	- Variation d'ouverture pelvienne entre races rustiques ou laitières et races à viande.	287

INTRODUCTION

Les difficultés de mise-bas liées à une incompatibilité morphologique foeto-maternelle sont de plus en plus fréquentes, en élevage bovin. Leurs incidences sont, par ailleurs, d'autant plus néfastes que le coût élevé de la main d'oeuvre conduit à un élevage de plus en plus extensif.

Il apparaît (FAGOT, 1964 et 1965 ; DERIVAUX et al., 1964 ; VISSAC et al., 1971) que ce phénomène est en grande partie lié à l'opposition qui existe entre le potentiel de croissance musculaire de l'animal de boucherie (potentiel de plus en plus recherché) et les qualités d'élevage des femelles notamment l'ouverture pelvienne. Cette opposition est d'autant plus nette que le marché de la viande recherche des animaux abattus plus jeunes dont le poids est davantage lié au poids de naissance. L'opposition se manifeste, que l'on compare les races à viande, les descendances d'une même race ou les génotypes particuliers (culards et normaux) exploités dans ces races.

Les difficultés de vêlage sont ainsi particulièrement fréquentes dans le cas des races à viande d'Europe Occidentale (françaises en particulier) dont le développement musculaire a été maintenu en raison de l'exploitation de ces animaux pour la traction animale, et qui connaissent de ce fait une extension dans tous les pays du monde pour la fourniture de protéines animales.

Les oppositions entre le potentiel de croissance musculaire et les qualités maternelles ont par ailleurs favorisé les croisements entre des femelles de races présentant de bonnes qualités maternelles, en particulier celles ayant une taille et des besoins d'entretien réduits, avec des mâles à fort potentiel de croissance musculaire. Ce croisement limité à 1 ou 2 générations permet

.../..

d'accroître la production de viande fournie par les femelles de taille réduite ou moyenne. Il s'est développé d'autant plus vite que les autres aptitudes de ces femelles (lait et travail) n'étaient plus exploitées en raison de la généralisation soit de la traction mécanique, soit de l'utilisation pour la traite de femelles plus productives et hautement spécialisées. A cet égard, nous pouvons considérer qu'en France la production de viande devient de plus en plus (VISSAC et al., 1971), grâce à ces croisements, un sous produit de la sélection laitière. Cette situation est également vraie pour les autres pays du Bassin Méditerranéen ou d'Afrique exploitant des bovins de races à double fin (lait-viande) ou à triple fin (lait, viande et travail). Dans les zones d'élevage extensif (Amérique du Nord et du Sud, Australie, Afrique du Sud) exploitant des races à viande anglo-saxonnes (Aberdeen-Angus, Hereford, Shorthorn) dont la sélection en faveur d'une adiposité extrême a entraîné une réduction importante de la taille, l'évolution de la demande du marché vers des carcasses plus maigres a pour conséquence une extension du croisement de ces femelles de petite taille avec des mâles de races européennes à fort développement musculaire. Ces croisements contribuent évidemment à accroître le déséquilibre morphologique foeto-maternel au moment de la parturition.

Toutes ces considérations expliquent pourquoi l'aptitude au vêlage prend une importance de plus en plus grande dans les programmes de production de viande et d'amélioration génétique des bovins. Les travaux réalisés jusqu'ici présentent néanmoins, pour la plupart, des lacunes importantes : les difficultés de vêlage sont exprimées d'une façon subjective et globale dans les analyses de variabilité génétique des populations. Par contre les recherches analytiques et les études anatomiques liées aux difficultés de vêlage ne portent que sur des échantillons d'animaux limités. Enfin peu de recherches ont été réalisées dans le cadre de schémas d'amélioration génétique portant sur le croisement entre des races de formats très différents.

L'objectif de notre travail est donc d'aborder ces divers aspects : dans une première partie, nous effectuerons une revue bibliographique des travaux consacrés aux variations de l'aptitude au vêlage et de ses principales composantes ; dans une deuxième partie, nous analyserons les difficultés de mise-bas dans le cas d'expériences de croisements entre races de format et de morphologie différents, où les vêlages ont été réalisés dans des conditions où les variations d'aptitude à la parturition s'expriment le mieux (vêlage précoce à 2 ans).

1ère partie

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE sur les VARIATIONS D'APTITUDE au VELAGE

Après avoir précisé les conditions de déroulement normal et pathologique du vêlage, nous étudierons les procédés de mesure et d'appréciation de l'aptitude au vêlage et de ses composantes. Nous analyserons enfin les causes de variation de cette aptitude et de ses composantes ainsi que les liaisons existant entre elles et susceptibles d'être utilisées pour l'amélioration des conditions de vêlage.

I - RAPPELS SUR LE DEROULEMENT NORMAL ET PATHOLOGIQUE DU VELAGE.

1.1. ANATOMIE DU BASSIN.

Pour comprendre les conditions de déroulement normal de la mise-bas et plus précisément analyser les obstacles à ce processus, il convient d'abord de rappeler l'anatomie du bassin et, en particulier, les éléments des systèmes osseux, musculaire et ligamentaire qui interviennent de façon active ou passive dans le déroulement de la mise-bas.

Le bassin a la forme d'un cône tronqué dont le sommet correspond à l'orifice vulvaire (détroit pelvien postérieur) et la base à l'ouverture du détroit pelvien antérieur sur la cavité abdominale. Le canal pelvien parfois appelé "canal de naissance" ou "filière pelvienne", loge les organes internes de la reproduction et le rectum.

Les parois de ce canal sont formées en partie de parois osseuses, en partie de tissus ligamenteux et musculaires. (*)

1.1.1. Pièces osseuses du bassin (figures 1 et 2).

Les trois pièces osseuses essentielles du bassin : le pubis, l'ilium et l'ischium se soudent entre elles pour donner l'os coxal. A leur tour les coxaux s'unissent selon une ligne médio-ventrale par une articulation : la "symphyse pubienne", et constituent ainsi le bassin.

.../..

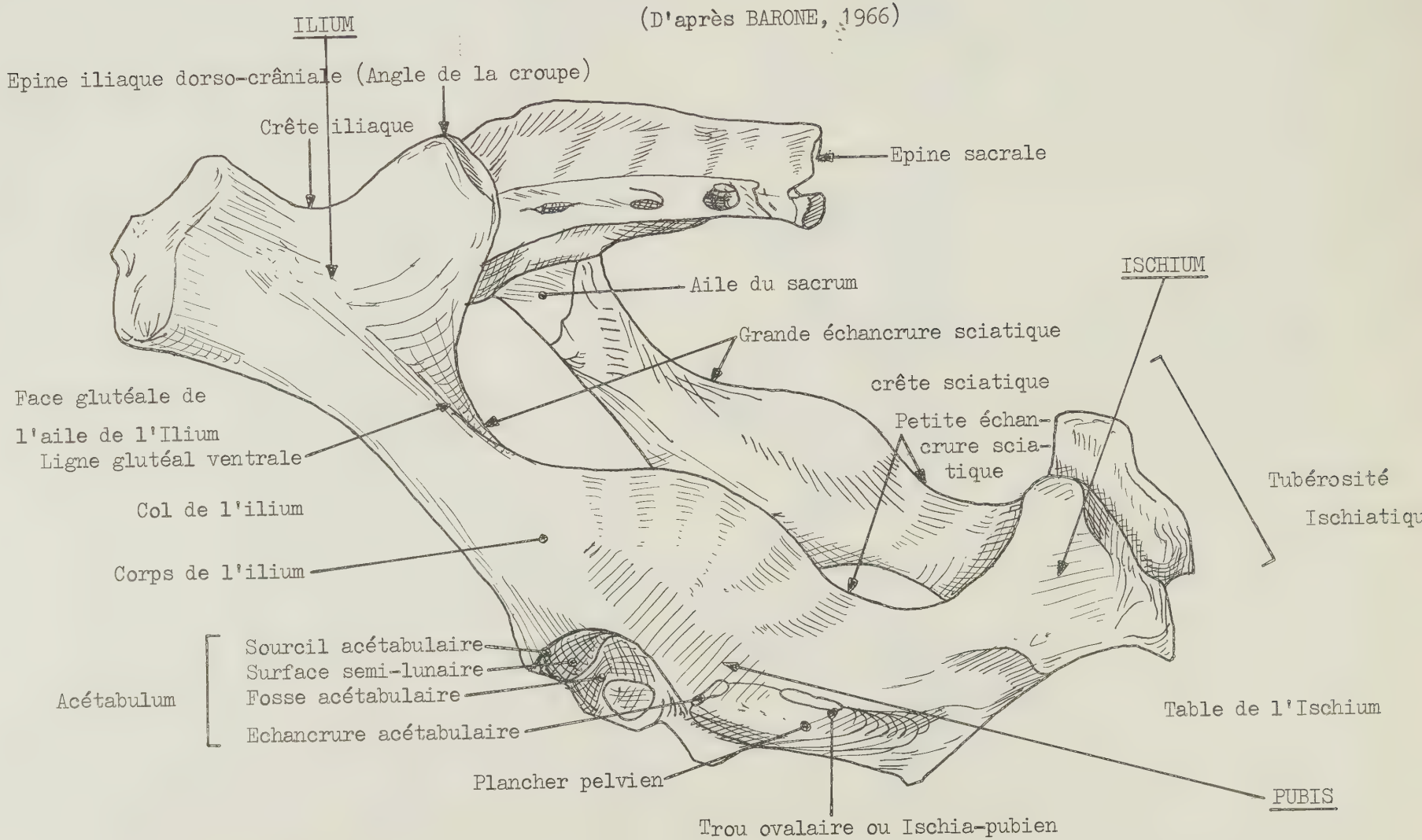
(*) : les éléments d'anatomie ont été trouvés dans le traité d'anatomie comparée de BARONE (1966).

FIGURE 1

BASSIN OSSEUX DE VACHE

(vue latérale)

(D'après BARONE, 1966)



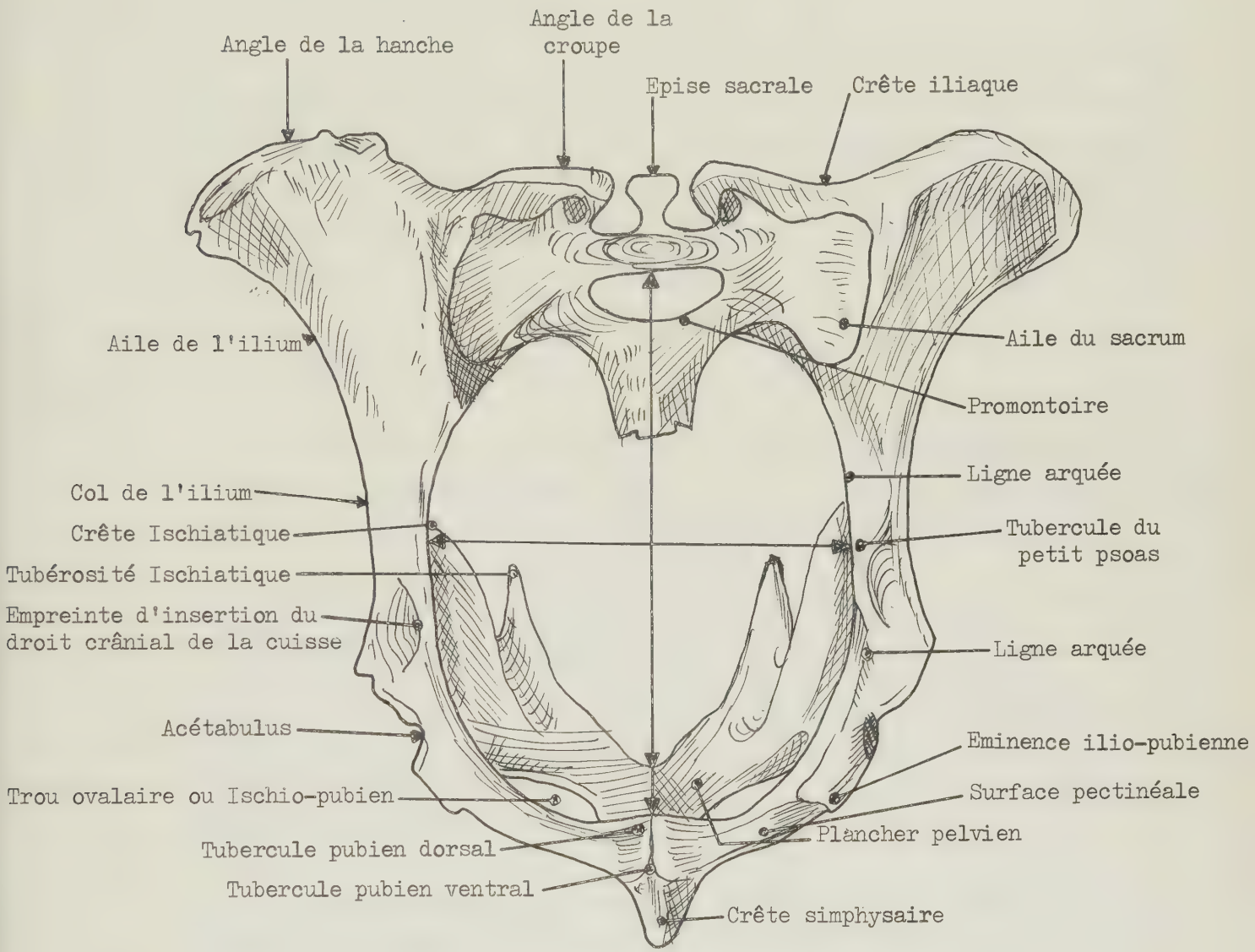
Angle de la hanche
(Epine Iliaque ventro-crâniale)

FIGURE 2

BASSIN OSSEUX DE VACHE

(vue craniale)

d'après BARONE (1966)



a) le pubis :

Deux parties le caractérisent :

- le corps du pubis,
- la lame osseuse reliant l'ischium au corps du pubis, et

formant ainsi la partie antérieure du plancher pelvien. Sur le bord médio-cranial de ce dernier, il existe deux tubercules : un sur le côté dorsal, (tubercule pubien dorsal), un sur le côté ventral (tubercule pubien ventral). Le tubercule pubien dorsal (ou plus couramment appelé : "crête pubienne") est très développé chez le jeune animal ; il disparaît en partie avec l'âge. Cette crête s'oppose parfois à l'expulsion du foetus.

b) l'ilium :

Sa partie cranio-dorsale forme une aile (aile de l'ilium) portée par un os épais (le col de l'ilium). L'aile de l'ilium de forme triangulaire, s'articule avec le sacrum. Cet os présente trois angles apparents extérieurement.

- l'angle de la hanche : c'est l'angle latéro-ventral de l'aile de l'ilium donnant l'épine iliaque ventro-craniale ;

- l'angle de la croupe : c'est l'angle médio-dorsal de l'aile de l'ilium, donnant l'épine iliaque dorso-craniale.

- l'angle caudal correspondant au col de l'ilium.

Chez les animaux fort musclés, un mouvement de torsion de l'aile de l'ilium a souvent lieu, entraînant un déplacement de l'angle externe de la hanche, en avant, vers le bas et l'intérieur. Ce mouvement de torsion déforme le col de l'ilium jusqu'à la cavité cotyloïdienne et peut provoquer, de ce fait, un rétrécissement du passage offert au foetus.

.../..

c) l'ischium.

Il présente aussi deux parties :

- le corps de l'ischium,
- la branche de l'ischium, constituant avec la lame du pubis le plancher pelvien. Son bord cranial forme la "petite échancrure sciatique" qui va de l'épine sciatique à la tubérosité ischiatique. Le bord caudal, d'aspect rugueux, donne naissance à une arcade transverse : l'arcade ischiatique.

Chez les animaux à forte musculature, un élargissement et un aplatissement de l'arcade ischiale prononcés peuvent se produire.

Pour ISAACHSEN (1933) cité par PÀLSSON (1955) les largeurs aux hanches et aux pointes de fesses sont les dimensions du corps dont l'état de développement à la naissance, par rapport à la taille adulte (5 ans) et comparativement aux autres dimensions corporelles, est le plus réduit : hauteur aux garrots 56 % ; tour de poitrine 41 % ; longueur du bassin 37 % ; largeur aux pointes de fesses 33 % et largeur aux hanches 31 %.

Par ailleurs selon BARONE (1966) les noyaux d'ossification primaires fournissant l'ilium, le pubis et l'ischium se soudent vers 7-10 mois chez les bovins. Par contre la soudure des noyaux secondaires à l'origine de la tubérosité ischiatique, de la bordure caudale de l'ischium, de la crête iliaque et de l'épine iliaque ventro-craniale, est très tardive et se réalise vers cinq ans. A titre de comparaison, cet auteur mentionne le stade de soudure des épiphyses suivants :

- Avant 3 ans : extrémités proximales du fémur, du radius, du métacarpus, et extrémités distales du tibia, de l'humérus, d'ulna et du métacarpus.
- Entre 40-48 mois : extrémités proximales du tibia et de l'humérus et extrémité distale du radius.

1.1.2. Les muscles du bassin (figure 3).

a) Les muscles fessiers.

Il en existe quatre groupes essentiels : les superficiels, les moyens, les accessoires et les profonds. Ces muscles fessiers (aloyau) sont portés par l'aile de l'ilium. La cavité interne formée par les ilions (détroit pelvien antérieur) serait en rapport avec l'épaisseur de ces muscles, FAGOT (1964) : chez l'animal fort musclé, les arcades ischiatiques ainsi que l'aile des ilions semblent avoir cédé à la tension des muscles fessiers, entrainant ainsi le rétrécissement du détroit antérieur du bassin.

b) Muscles pelviens.

Citons : l'obturateur externe, l'obturateur interne, les jumeaux et le carré-fémoral.

1.1.3. Les ligaments pelviens (figure 4).

Avec les os et les muscles, cités ci-dessus, les ligaments du bassin concourent à la constitution du canal pelvien. Les ligaments essentiels sont au nombre de trois : le sacro-iliaque inférieur, le sacro-iliaque supérieur et le sacro-sciatique. Plusieurs jours avant le vêlage, se produit un relâchement des ligaments sacro-sciatiques au niveau du bord postérieur. Ce phénomène est souvent considéré comme un des signes de préparation à la mise-bas de la vache (c'est la "cassure").

1.2. DEROULEMENT NORMAL DE LA PARTURITION.

1.2.1. Principales phases du vêlage.

Le vêlage groupe un ensemble de phénomènes physiologiques qui aboutissent à la naissance du produit, puis à l'expulsion du placenta et des enveloppes annexielles.

.../..

FIGURE 3

INSERTIONS MUSCULAIRES SUR LE COXAL DU BOEUF
(Coxal gauche - vue latérale)

(d'après BARONNE 1966)

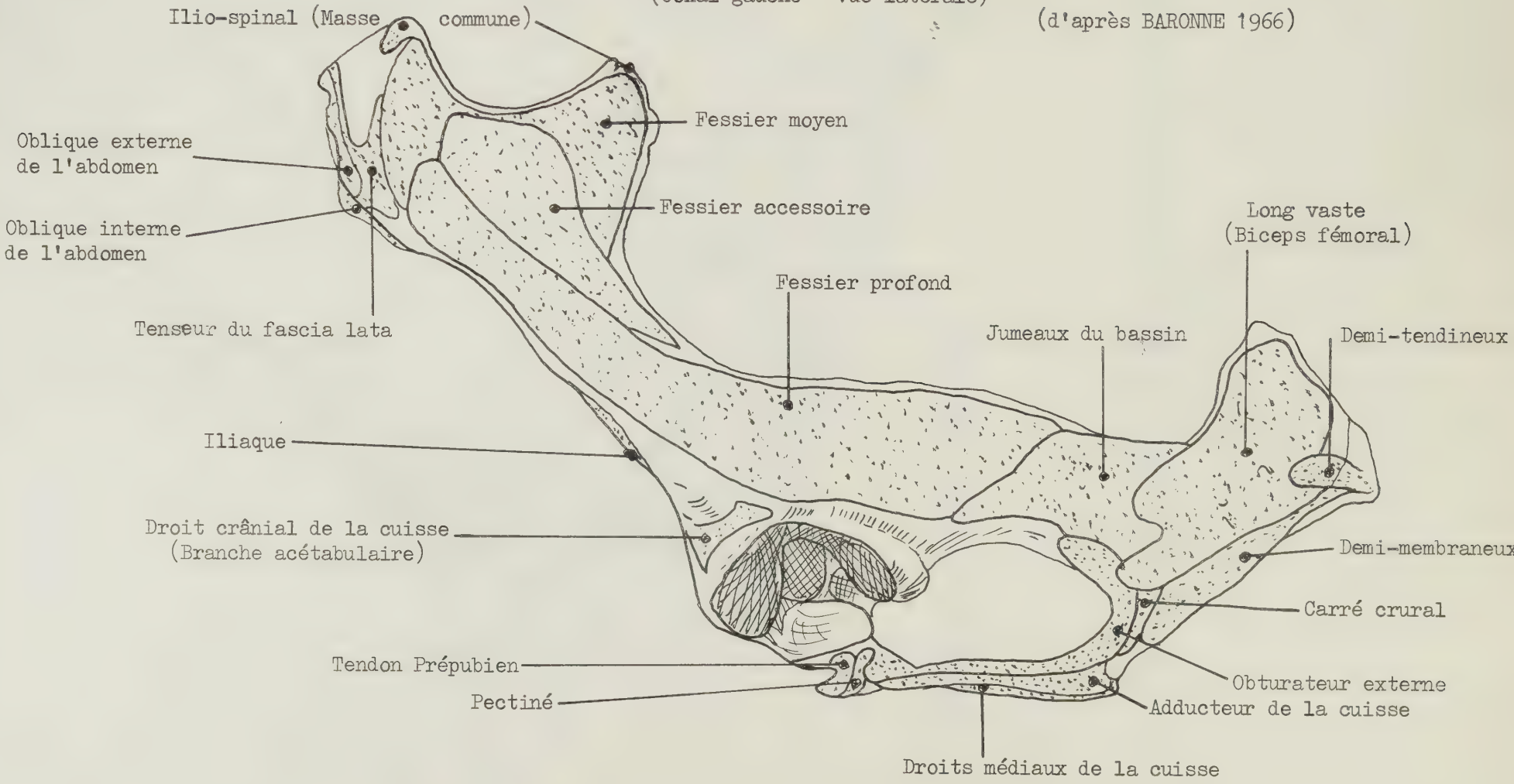
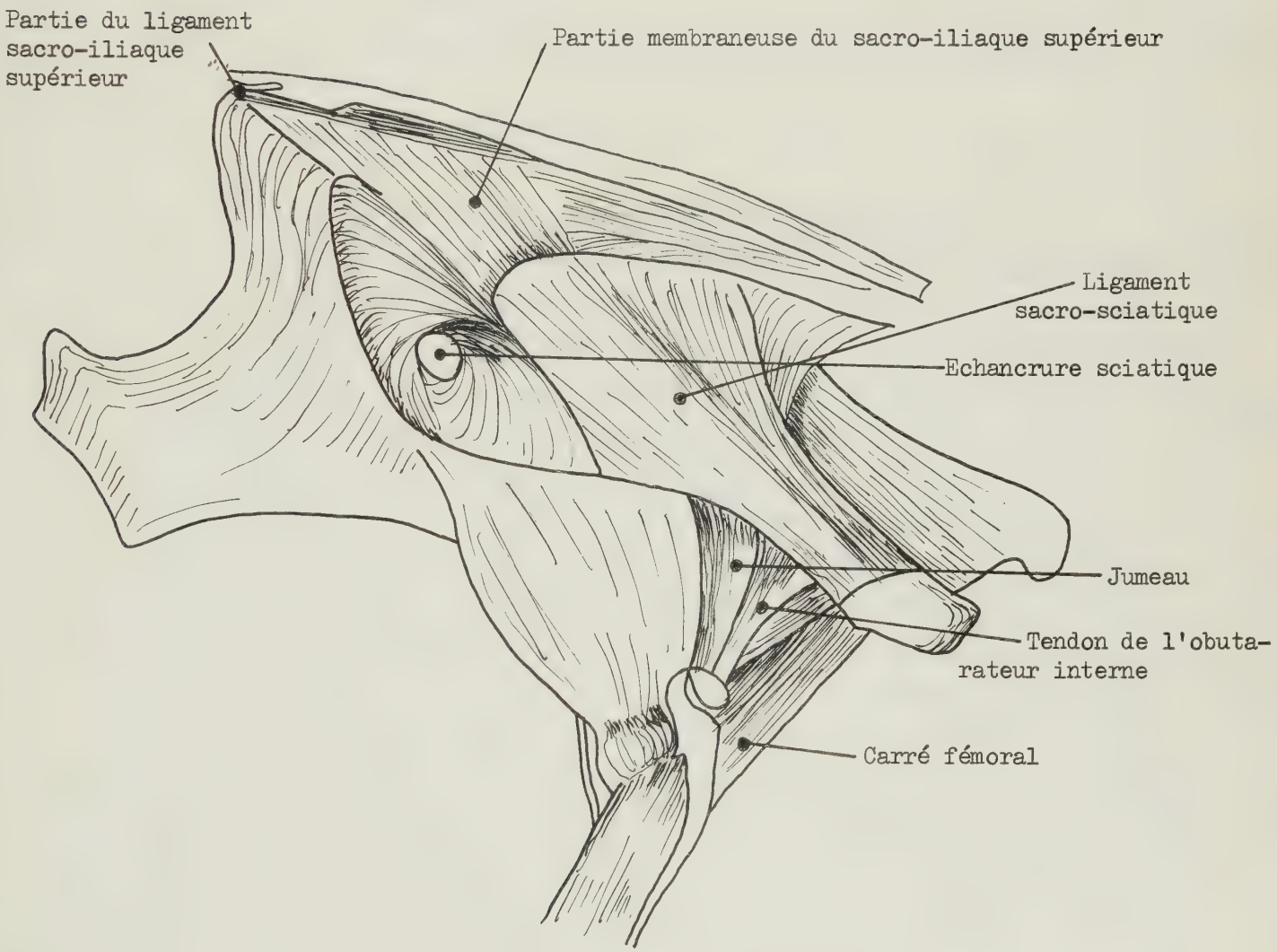


FIGURE 4

ARTICULATION SACRO-ILIAQUE ET COXO-FEMORALE (d'après ARLOING, 1880)



Ces phénomènes débutent plusieurs jours avant le vêlage proprement dit et se terminent parfois plusieurs jours après.

a) Phase préparatoire.

Plusieurs jours avant la mise-bas, a lieu un relâchement des ligaments pelviens au niveau du bord postérieur des ligaments sacro-sciatiques. En même temps, les dimensions du détroit antérieur du bassin augmentent sensiblement par rapport à celles observées quelques semaines avant la parturition, BEN DAVID (1964 a), RICE (1969). Par ailleurs, on peut constater également pendant cette phase une congestion et un oedème physiologique de la mamelle de plus en plus marqués ; la vulve augmente rapidement de volume et se tuméfie, les lèvres vulvaires se gonflent.

b) Phase de dilatation du col de l'utérus.

Cette phase correspond principalement au déclenchement du "travail" et à la dilatation progressive du col de l'utérus. Le déclenchement du travail se manifeste par les premières contractions rythmiques des muscles longitudinaux et circulaires de la paroi utérine, DERIVAUX (1957), CLEGG (1959), HAFEZ (1968). Les contractions commencent vers la partie craniale du foetus, près du col, alors que le reste de l'utérus demeure quiescent, HAFEZ (1968). Assez espacées(15 minutes) et de durée limitée (15-30 secondes) au départ, elles s'intensifient ensuite et se répètent à intervalles de plus en plus rapprochés, DERIVAUX (1957). Leur évolution dépend de mécanismes nerveux d'une part, et de la contractabilité des muscles utérins d'autre part, HAFEZ (1968). Il semble que ces contractions soient à la fois stimulées par les mouvements du foetus et inhibées par des actions pertubatrices du milieu extérieur (réflexes), HAFEZ (1968). Par ces poussées successives de l'utérus, associées enfin à celles des muscles de la paroi abdominale, l'allantochorion s'engage dans le col utérin partiellement dilaté. Il finit par se rompre en libérant le liquide allantoïdien. On enregistre ensuite une acalmie. La poche amniotique s'engage alors jusqu'au niveau de la vulve et le foetus modifie sa position initiale dans l'utérus (position foetale) pour prendre la position d'expulsion. Il subit ainsi une rotation progressive qui l'amène de la position dorsale à la position ventrale, DERIVAUX (1957).

.../..

Cette phase dure de 2 à 5 heures en moyenne (variations de $\frac{1}{2}$ h à 24 h), ROBERTS (1956).

c) Phase d'expulsion du foetus.

Elle se caractérise, pour la vache, par la dilatation maximum du col ; la filière pelvienne atteint alors ses plus grandes dimensions. Parallèlement le foetus franchit le col, s'engage dans la filière pelvienne et progresse vers la vulve. Deux mécanismes concourent à l'"effacement" du col : l'un hormonal, l'autre physique dû à la poussée et à l'engagement du foetus et de ses membranes placentaires.

Les articulations sacro-iliaques acquièrent une certaine mobilité au moment de la parturition ; cela permet au diamètre du détroit pelvien antérieur, notamment, DERIVAUX (1957), aux diamètres sacro-pubiens et bis-iliaques supérieurs, de s'accroître. BEN DAVID (1964 a) en comparant les mesures du bassin 10 jours avant la parturition et aussitôt après la mise-bas, constate ainsi une augmentation du périmètre du détroit pelvien antérieur. Selon DERIVAUX (1957), les tissus ligamenteux continuent à s'assouplir et deviennent assez extensibles pour conférer une certaine mobilité au sacrum et au coccyx. Cette extension, sous l'effet de la pression excentrique déterminée par le passage du foetus dans le canal pelvien, peut atteindre pour le diamètre sacro-pubien 3 à 4 cm (SAINT-CYR, 1888).

Sous l'effet des contractions utérines et abdominales de plus en plus puissantes et rapprochées (efforts expulsifs), le foetus franchit le col et s'engage dans la filière pelvienne ; son thorax cherche à s'accommoder de la forme du détroit antérieur (SAINT-CYR, 1888). Puis il progresse lentement vers la vulve.

En présentation antérieure où le mufle apparaît sur les deux membres antérieurs, la tête met de 30 à 60 minutes pour franchir la vulve. Dans le cas de présentation postérieure, où les membres postérieurs apparaissent en premier, la progression est plus lente. En général, lorsque le veau est au 3/4 engagé, le cordon ombilical se rompt à quelques centimètres de l'ombilic, ce qui entraîne la rétraction de l'oubaque et des vaisseaux sanguins (CRAPLET, 1952). La circulation pulmonaire du veau est alors déclenchée, remplaçant la circulation placentaire maternelle.

.../..

Pour ROBERTS (1956) la durée normale de l'expulsion du foetus est en moyenne de ½ à 1 heure avec des écarts d'une ½ heure à 3 ou 4 heures ; cet auteur prévoit l'apparition de troubles si cette durée est supérieure à 2 ou 3 heures.

d) Phase d'expulsion des enveloppes annexielles.

Cette phase se caractérise par la dégénérescence, le détachement et, enfin, l'expulsion des enveloppes annexielles. Pour DERIVAUX (1964), leur décollement serait dû aux tractions successives exercées par le cordon et à la rétraction ou à la contraction de l'utérus. Selon ROBERTS (1956) l'expulsion normale du placenta se produit au bout de 4 à 5 heures en moyenne (variation de ½ à 8 heures) ; une durée supérieure à 12 heures dénote l'existence de troubles divers.

Ces diverses phases ainsi que les manifestations qui les caractérisent sont décrites de façon schématique dans le tableau 1.

.../..

TABLEAU 1

DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES MANIFESTATIONS ASSOCIEES AUX DIFFERENTES PHASES DU VELAGE

		15 jours AVANT LE VELAGE PROPREMENT DIT.	DURANT LES 4 DERNIERS JOURS AVANT LE VELAGE	Vêlage proprement dit : PHASE PREPARATOIRE	PHASE D'EXPULSION DU FOETUS	PHASE D'EXPULSION DU PLACENTA
DUREE MOYENNE				2 à 6 h.	½ à 1 h.	4 à 5 h.
ECARTS				½ h à 24 h.	½ h à 3 à 4 h.	½ h à 8 h.
SEUIL d'APPARITION DE TROUBLES				6 h à 12 h.	2 à 3 h.	12 h.
	COMPORTEMENT		A intervalles espacés, elle piétine, se tord, regarde son flanc, fouille la queue, (premières coliques)	Augmentation de l'inquiétude; convulsions régulières du périnée; soulèvement et abaissement des hanches et des flancs; position alternée debout-couchée; excrétion en petites quantités d'urine et de matières fécales.	L'expulsion du foetus s'accomplit, la vache étant en général en position couchée.	La vache cherche parfois à manger ses enveloppes annexes; manifestation de l'instinct maternel.
M	Mamelle	Congestion et oedème physiologique.	Tension des trayons et parfois excrétion de quelques gouttes de colostrum			
E	Vulve	Gonflement des lèvres et tuméfaction	Gonflement maximum et relâchement des lèvres	Ecoulement de mucus du col sous forme d'un cordon muqueux		Contractions
R	Col utérin		Début de l'effacement	Dilatation progressive.	Dilatation complète	Fermeture au bout de 2-3 jours, après l'expulsion des enveloppes.
E	Utérus		Contractions très espacées et de durée très limitée. (premières coliques)	Intensification progressive des contractions puis coulage avec les contractions des muscles de la paroi abdominale (coliques importantes)	Contractions prolongées et rythmiques (efforts expulsifs).	Prolongement des contractions accompagnant l'expulsion des enveloppes.
	Bassin		Relachement du bord postérieur des ligaments sacro-sciatiques.	Mobilité des articulations sacro-sciatiques. Modification des dimensions du bassin.		

TABLEAU 1 (suite)

DESCRIPTION SIMPLIFIEE DES MANIFESTATIONS ASSOCIEES AUX DIFFERENTES PHASES DU VELAGE

		15 Jours AVANT LE VELAGE PROPREMENT DIT.	DURANT LES 4 DERNIERS JOURS AVANT LE VELAGE	Vêlage proprement dit : PHASE PREPARATOIRE	PHASE D'EXPULSION DU FOETUS	PHASE D'EXPULSION DU PLACENTA
DUREE MOYENNE				2 à 6 h.	½ h à 1 h.	4 à 5 h.
ECARTS				½ h à 24 h.	½ h à 3 à 4 h.	½ h à 8 h.
SEUIL d'APPARITION DE TROUBLES				6 h à 12 h.	2 h à 3 h.	12 h.
PLACENTA	Membranes et liquide			L'allanto-chorion s'engage dans le col puis se rompt pour libérer le liquide allantoïdien. Puis pause: la poche amniotique s'engage dans le vagin et apparaît au niveau de la vulve.	Eclatement de la poche amniotique.	Détachement de la paroi utérine des enveloppes foetales (début au col de l'utérus pour finir au pôle ovarien de la corne gestante).
FOETUS				Le foetus prend sa position de sortie.	Le foetus franchit le col, s'engage dans la filière pelvienne, est expulsé.	

1.2.2. Mécanismes neuro-hormonaux de la parturition.

1.2.2.1. Le rôle des hormones.

Nos connaissances actuelles quant à la nature et au rôle des hormones intervenant dans les phénomènes du vêlage peuvent être résumées comme suit :

a) l'augmentation de la quantité de folliculine chez la vache pendant la gestation, de façon continue jusqu'au vêlage, fait pressentir l'importance de cette hormone dans les mécanismes de la parturition (TURNER, 1960 ; MELLEN et al., 1964 ; ERB et al., 1968).

b) la progestérone joue un rôle déterminant dans le maintien de la gestation et le déroulement de la parturition chez la vache (SHORT, 1958 ; McDONALD et al., 1959 ; CLEGG, 1959 ; ESTERGREEN et al., 1967 ; HAFEZ, 1968 ; ZARROW, 1968).

c) un taux folliculo-lutéinique optimum est nécessaire pour créer les conditions requises à l'induction et la réalisation de la parturition, (notamment pour le déclenchement des contractions utérines) (TURNER, 1960 ; SHORT, 1960 ; BERGSTSSON et SCHOFIELD, 1963 ; MELLEN et al., 1964 ; RAESIDE, 1963 ; SCHOFIELD, 1966).

d) l'ocytocine post-hypophysaire est la principale hormone qui détermine l'expulsion du foetus en fin de gestation. Elle agirait sur l'utérus soit directement après sensibilisation de celui-ci par la folliculine, soit en supprimant le rôle inhibiteur de la progestérone, soit encore par la combinaison des deux modes d'action précédents. En effet, l'ampleur de la réponse de l'utérus à l'ocytocine augmente graduellement pendant la seconde moitié de la gestation et devient maximum à la parturition, (ZARROW, 1968). Par ailleurs, quelques observations tendent à indiquer que la décharge d'ocytocine au moment du vêlage se réaliserait par un réflexe, probablement lié à une stimulation de l'hypothalamus (FITZPATRICK, 1957 - cité par ZARROW, 1968).

e) les relaxines jouent un rôle important dans l'accomplissement des phénomènes de la parturition. Elles détermineraient par une action synergique avec la folliculine, les modification de dimensions du bassin, la dilatation du col utérin (TURNER, 1960), le relachement et l'oedème de la vulve (CLEGG, 1959) précédant la mise-bas. On sait, par ailleurs, que la concentration en relaxines chez la vache augmente progressivement en cours de gestation (ZARROW, 1968).

1.2.2.2. Le rôle des centres nerveux.

GANONG (1959) pense qu'il est impossible de décrire actuellement de façon exhaustive l'action du système nerveux sur le déclenchement et le déroulement du vêlage. Cependant, en ce qui concerne le déterminisme du déroulement du travail (contractions des muscles utérins), cet auteur attache une grande importance aux deux facteurs suivants :

a) action du lobe postérieur de l'hypophyse et, plus généralement de l'hypothalamus dans le déroulement du travail (action sur les équilibres hormonaux).

b) rôle du système nerveux de l'utérus et des arcs réflexes cérébraux-spinaux.

Enfin, bien que plusieurs études aient été réalisées en vue de préciser le rôle des réflexes neuro-endocriniens concernant l'évacuation de l'ocytocine, ce mécanisme n'est pas encore totalement élucidé (CLEGG, 1959).

Il subsiste en définitive beaucoup d'inconnues sinon dans le déroulement normal du vêlage du moins dans les mécanismes neuro-endocriniens qui le déterminent. Ces mécanismes sont partiellement sous contrôle génétique et interviennent aussi sur la régulation générale des phénomènes de reproduction (figure 5). Il serait évidemment fondamental de préciser ces mécanismes alors même que l'on commence à envisager la possibilité de sélectionner les animaux sur leur niveau de production hormonale et sur la sensibilité de leurs organes à l'action de ces hormones.

1.3. LES DIVERS TYPES DE DYSTOCIES : IMPORTANCE RELATIVE ET CONSEQUENCES.

1.3.1. Importance relative de divers types de dystocies.

Les déviations observées par rapport au déroulement normal de la parturition - encore appelées dystocies * - ont souvent des causes multiples et complexes agissant de façon simultanée et par interaction. On a l'habitude (ROBERTS, 1956 ; WRIGHT, 1958 ; ARTHUR, 1966 ; RICE, 1969) de les classer de la façon suivante :

* Dystocie : accouchement difficile, soit d'origine foetale, (excès de volume, mauvaise présentation ou malformation) soit d'origine maternelle (angustie pelvienne, exostoses pelviennes, desmorexie sacro-iliaque, prolapus vésical). Dictionnaire des termes vétérinaires et zootechniques. (M. VILLEMIN (1963), VIGOT Frères Editeurs, 352p.)

FIGURE 5
SCHEMATISATION DES MODALITES DE VARIATION GENETIQUE DE L'APTITUDE AU VELAGE

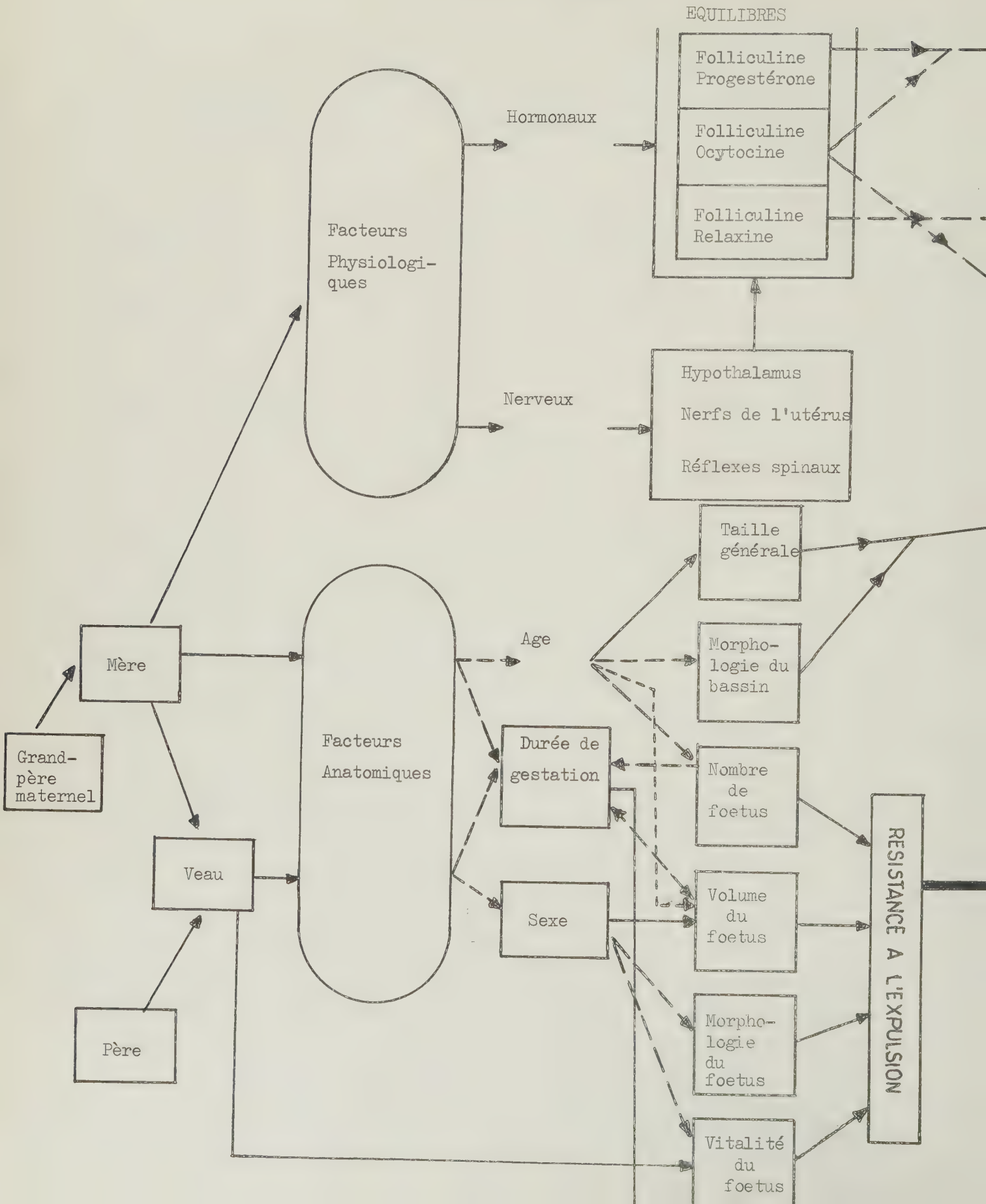
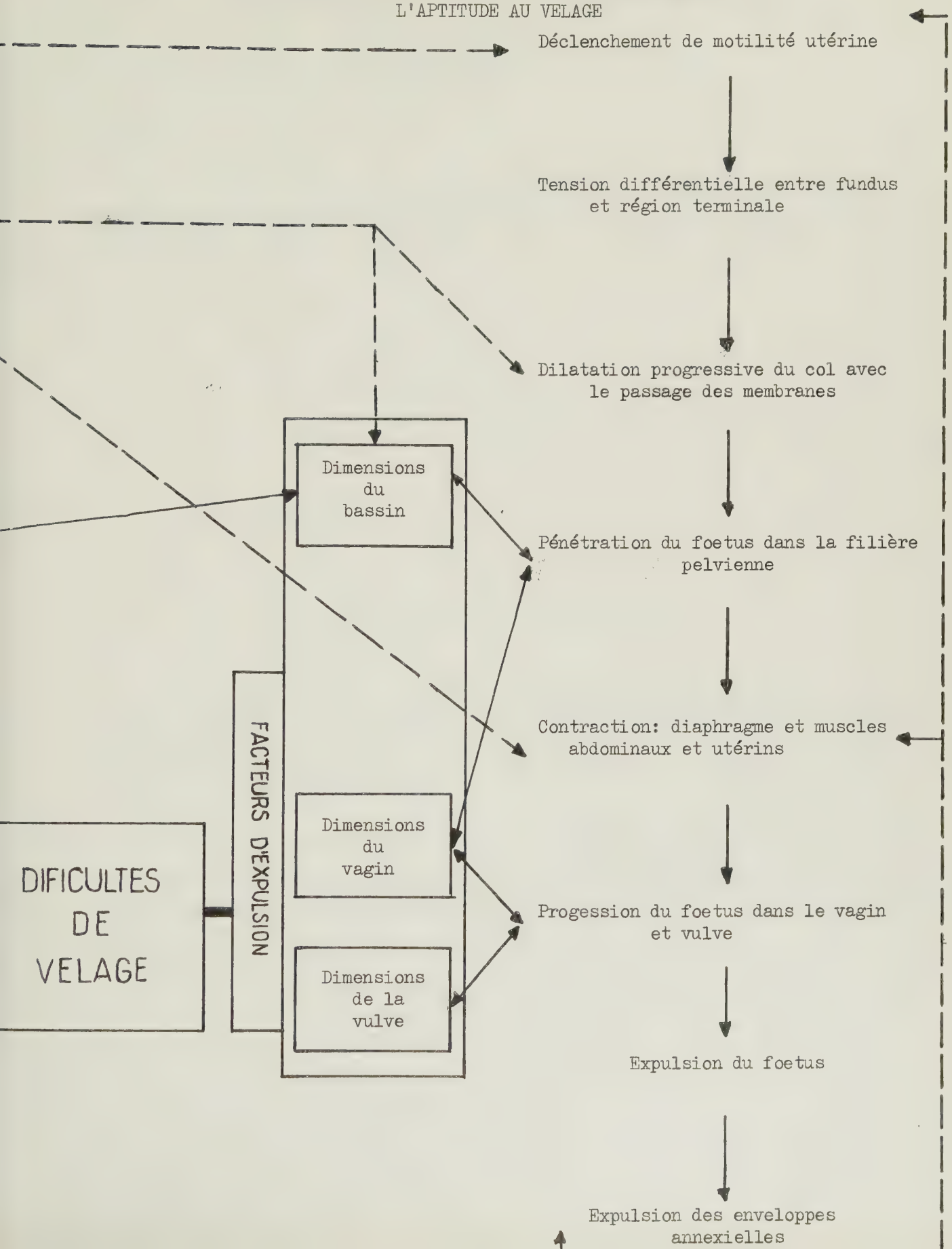


FIGURE 5

SCHEMATISATION DES MODALITES DE VARIATION GENETIQUE DE L'APTITUDE AU VELAGE



LEGENDE DES FIGURES 5

L'aptitude au vêlage résulte de l'absence de désharmonie entre les dimensions des voies ou la puissance des forces d'expulsion d'une part, la résistance à l'expulsion du foetus d'autre part.

Les premières sont déterminées par :

- la morphologie de la mère
- les caractères physiologiques maternels intervenant au moment du vêlage

La seconde dépend :

- du nombre
- de la morphologie
- de la vitalité

} du (ou des) foetus

Ces éléments sont liés en partie aux génotypes du foetus en partie à l'effet maternel (partiellement d'origine génétique) sur le nombre et le poids de foetus (effet utérin).

Les influences non génétiques (alimentation de la mère dans le jeune âge et pendant la gestation, mode de conduite des femelles et stimuli divers intervenant lors du vêlage) ne sont pas schématisées dans ce tableau pour des raisons de clarté.

a) Les dystocies liées à une disproportion entre la taille du foetus et celle du bassin de la mère (facteurs anatomiques) :

D'après les auteurs précédents, elles représentent environ 50 % de toutes les dystocies des races à viande anglo-saxonnes, 75,5 % dans le cas de la race de Haute et Moyenne Belgique (DERIVAUX et al., 1964), 15 à 20 % seulement pour les races laitières exploitées en Grande Bretagne (MORTEN, 1968). Par ailleurs, ce dernier signale que ces dystocies sont plus fréquentes chez les génisses (32,5 %) que chez les vaches (10,8 %).

b) Les dystocies liées à une présentation ou une position anormale du foetus sont ensuite les plus nombreuses. Il est difficile de s'étendre dans le cadre de notre travail sur les diverses anomalies de présentation et de position ; la natur de ces dernières que nous avons rappelée dans le tableau 2 n'intéresse à vrai dire que les vétérinaires et obstétriciens. Ces dystocies représentent 34,5 % des cas dans les races laitières anglaises, MORTEN (1968), 46,9 % sur génisses Hereford vêlant à 2 ans contre seulement 5,2 % sur génisses Aberdeen-Angus au même âge (RICE, 1969), 24 % sur génisses Charolaises vêlant principalement à 3 ans (S.C.P.E.N., 1965).

c) Les dystocies liées à une dilatation insuffisante du col et à l'inertie de l'utérus viennent ensuite : elles interviennent pour 4 % des cas en race de Haute et Moyenne Belgique (DERIVAUX et al., 1964), pour 8,0 à 16,4 % dans les races laitières anglaises (MORTEN, 1968) et pour 1,3 % sur les génisses Aberdeen Angus (RICE, 1969).

d) Les autres types de dystocies ne sont généralement pas distingués : ils peuvent provenir d'une atrésie vulvaire et d'une constriction vaginale [54,5 % des cas de dystocies sur génisses Aberdeen Angus vêlant à 2 ans, RICE (1969)] , d'une torsion de l'utérus etc...

Il apparaît, en définitive, que dans le cas des races à forte croissance musculaire, le déséquilibre morphologique foeto-maternel est de loin la cause essentielle des dystocies ; ce n'est plus le cas lorsque l'on se préoccupe des races laitières ou des races à viande anglo-saxonnes dans l'hypothèse évidemment d'accouplements en race pure.

.../..

TABLEAU 2

ANALYSE SCHEMATIQUE DES DIVERS MODES DE PRESENTATION DU FOETUS

(SAINT-CYR, 1888)

1 - Présentation antérieure :

- Naturelle

position dorso-pubienne
position dorso sus-cotyloïdienne
obstacles provenant des membres postérieurs

- Dystocique

obstacles provenant des membres antérieurs
obstacles provenant de la tête
obstacles provenant de la tête et des membres

2 - Présentation postérieure :

- Naturelle

position lombo-pubienne
position lombo-sus-cotyloïdienne
obstacles provenant des membres antérieurs et de la tête

- Dystocique

obstacles provenant des membres postérieurs

3 - Présentation transversale :

- position dorso-lombaire

cephalo-iliaque
cephalo-sacrée

- position sterno-abdominale

cephalo-iliaque
cephalo-sacrée

1.3.2. Conséquences des difficultés de vêlage.

Les difficultés de vêlage ont des conséquences directes sur le coût de l'élevage en raison des dépenses de main d'oeuvre qu'elles entraînent ; nous n'insisterons pas sur ce premier point qui prend une importance capitale dans les élevages de petite et moyenne dimension où l'éleveur tend souvent à accepter une fréquence élevée de vêlages difficiles et à s'y adapter ce qui n'est pas le cas dans les grands troupeaux ;elles ont également une incidence indirecte sur ce coût en raison des troubles qu'elles entrainent fréquemment sur le veau et sur la mère.

a) Troubles chez le veau.

WOODWARD et CLARK (1959) à partir de 8857 vêlages, ANDERSON et BELLOWS (1967) à partir de 3049 vêlages ainsi que YOUNG (1968 a) concluent que le vêlage dystocique est la cause la plus importante de mortalité des veaux à la naissance. Chez les bovins laitiers ou de type mixte, nous observons (tableau 3) que le taux de veaux morts parmi ceux issus de vêlages difficiles est d'environ 45 %, ce taux est très voisin de ce que l'on observe en races à viande. Cette mortalité doit être associée à l'importance du choc physiologique que subit le veau lors de mises-bas difficiles. Nous ne possédons par ailleurs aucune statistique sur les séquelles qui subsistent chez les veaux vivants à la suite de tractions importantes et prolongées lors de la naissance (atteintes articulaires ou ligamentaires par exemple).

.../..

TABLEAU 3

TAUX DE MORTALITE DES VEAUX EN FONCTION DE LEURS CONDITIONS DE NAISSANCE - ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

YPE DE VIN	RACES	AUTEURS	PAYS	PERIODE DE L'ETUDE	Taux de mortalité des veaux après Vêlage difficile n vêlages	Vêlage difficile %	Vêlage facile n vêlages	Vêlage facile %	DEFINITION DES VELAGE DIFFICILES
CES	PN AY JE	DONALD (1963)	Gde Breta-gne	1948-1962	52	40,3			Difficiles (mauvaises pr sentations comprises)
IERES T TES	Hollan-daises	VAN DIETEN (1963)	Pays Bas	1953-1961	742	65,3			Anormaux
	Laitiè-res Britan-niques	MORTEN (1968)	Gde Breta-gne	1967	200	42,0			Dystociques nécessitant l'interventi du vétérinair
	PR MHB PN	VANDEPLAS-SCHE et al (1965)	Belgi-que	1960-1963	1.047	45,0	64.343	5,7	Dystociques nécessitant l'interventio du vétérinair
	CC × JE	HANSEN (1965)	DANE-MARK	Oct.1964 à Avril 1967	51	46,6	325	3,1	Forcès et as-sistés par le vétérinaire
CES à ANDE	CC	S.C.P.E.N. (1965)	France		744	43,4	5.535	1,9	Vêleuse + Vétérinaire + mauvaise pré-sentation.
	HE	WILTBANK (1964)	U.S.A.		48 % des veaux sont nés difficilement				Difficiles

PN : PIE-NOIRE
AY : AYRSHIRE
JE : JERSEY

PR : PIE-ROUGE
MHB : MOYENNE ET HAUTE BELGIQUE
CC : CHAROLAISE
HE : HEREFORD

b) Troubles chez la mère.

La mortalité des mères est considérablement réduite depuis l'extension de la pratique des césariennes dans les élevages de petite et moyenne dimension. Cette pratique entraîne néanmoins une mortalité plus fréquente que dans le cas de vêlages normaux. Ainsi WRIGHT (1958) signale 20 % de cas nécessitant l'abattage de la femelle sur un échantillon de 24 vaches venant de subir une césarienne. Lorsque cette opération n'est pas pratiquée, on observe également (FRIEDLI, 1965 ; WILLIAMS, 1968) un taux de mortalité plus élevé après des vêlages difficiles.

De nombreux auteurs constatent un allongement de l'intervalle entre vêlages consécutif à une césarienne (LENSH, 1957 , 1959 et 1964 ; NORDHOFF, 1961 ; WITTENBERG, 1963 ; AËHNELT et al. 1962 ; MULLER, 1964 ; ERISMANN,1965 ; DREYER et SMIDT, 1966 ; VANDEPLASSCHE et al., 1968 ; KONERMANN et al., 1969). HANSET (1967) chiffre le décalage à 1 mois ; BEN DAVID (1964 b) analysant les résultats de 1734 vêlages de vaches laitières, constate que la césarienne est suivie d'un anoestrus de lactation plus long ainsi que d'un intervalle supérieur entre 1 - 2 oestrus, WRIGHT (1958) note de son côté que 50 % des femelles de son échantillon qui avaient subi une césarienne n'ont pas été fécondées. Cependant, DEBACKRE et al. cités par MORTEN,(1968), enregistrent un taux de fertilité de 80 % parmi les vaches ayant vêlé par césarienne , aucune différence n'apparaissant entre ces dernières et celles qui avaient subi une embryotomie.

La plupart des chercheurs sont également unanimes pour attribuer à la césarienne une diminution de la production laitière (LANZ, 1958 ; LENSCH, 1959 ; NORDHOFF, 1961 ; VANDENBUSSCHE et al., 1964 ; SWANSON et HINTON, 1964), HORN et al. (1961), estiment cette diminution à 500 litres de lait par lactation sur les femelles de race Hongroise. Par contre, STARK, (1958), SPENGLER (1960), DE BOIS (1960) trouvent que l'effet définitif des difficultés de vêlage sur la production laitière n'est pas statistiquement significatif.

.../..

2 - CONTROLE DE L'APTITUDE AU VELAGE ET DE SES COMPOSANTES ANATOMIQUES.

L'étude de l'aptitude au vêlage nécessite en premier lieu de contrôler les types d'interventions externes pratiqués pour permettre l'expulsion du foetus que la femelle ne peut assurer elle-même. Il ne peut s'agir en fait que de contrôles ayant un caractère subjectif. Or, pour la majorité les vêlages difficiles étant causés par une disproportion entre le volume du foetus et la taille du détroit pelvien antérieur de la mère à la mise-bas (notamment dans le cas où l'on utilise des races de mâles à forte musculature) nous sommes conduits à exprimer de façon plus objective l'aptitude au vêlage en estimant, d'une part, l'importance de ce détroit pelvien antérieur de la mère et, d'autre part, les dimensions du foetus lui-même.

2.1. Modalités d'appréciation des difficultés de vêlage.

Nous nous limiterons essentiellement aux appréciations relatives à la phase d'expulsion du foetus. Seuls quelques auteurs (WRIGHT, 1958 ; RODOT, 1966 ; MORTEN, 1968 ; WILLIAMS, 1968 ; REGIS, 1969 ; RICE, 1969) apprécient de façon subjective un ou plusieurs éléments de la phase de préparation :

- relâchement des ligaments sacro-sciatiques,
- état de développement de la mamelle,
- degré de dilatation de la vulve et du canal vaginal,
- degré de dilatation du col,
- degré d'inquiétude de la vache,
- intensité des contractions utérines.

Nous préciserons d'abord les types d'interventions susceptibles d'être pratiqués au moment du vêlage selon la personne réalisant l'intervention :

.../..

a) L'éleveur : Celui-ci intervient dans la majorité des cas de présentation normale pour aider la vache dès qu'elle entre dans la phase d'expulsion du foetus. Lorsqu'une résistance notable se manifeste, le foetus se présentant dans une position normale et une seule personne par traction sur les pattes antérieures ne pouvant agir efficacement, ce dernier fait appel à une deuxième personne ou, à défaut d'aide, il utilise une "vêleuse". Cet appareil, en prenant appui sur les pointes des fesses de la vache et par traction sur les 2 pattes antérieures de l'animal, exerce une force d'extraction sur le foetus correspondant en général à celle de deux personnes tirant directement sur les pattes du veau. Seuls les éleveurs qualifiés sont susceptibles de faciliter la réalisation d'un vêlage dans le cas d'une position ou d'une présentation anormale du foetus ou lorsque se manifeste une disproportion importante entre le volume du foetus d'une part, la dimension du bassin ou l'ouverture de la vulve d'autre part. Dans la plupart de ces cas, il est fait appel au vétérinaire.

b) Le vétérinaire : Devant une disproportion foeto-maternelle, le vétérinaire peut intervenir de 3 façons différentes :

- en modifiant la position du foetus ou en facilitant l'organisation des efforts de traction du personnel. Dans ce cas, le vétérinaire réalise la même intervention que l'éleveur qualifié.

- par la réalisation d'une césarienne ; celle-ci est couramment pratiquée lorsque l'expulsion par les voies naturelles s'avère impossible et lorsque le veau est vivant.

- par l'exécution d'une embryotomie du foetus lorsque l'expulsion s'avère impossible et que le veau est déjà mort.

A titre indicatif, le tableau 4 résume la fréquence des diverses modalités d'intervention de l'éleveur et du vétérinaire dans le cadre d'une enquête effectuée dans les élevages charolais de sélection du département de la Nièvre. (Elevages de race pure). On peut considérer que ce tableau résume assez bien la situation actuelle existant dans les zones françaises où se manifeste une fréquence élevée de difficultés de vêlage.

.../..

TABLEAU 4

FREQUENCE DES TYPES D'INTERVENTIONS PRATIQUEES(%) AU MOMENT DU VELAGE

(Enquête dans les élevages de race pure Charolaise du département de la Nièvre (S.C.P.E.N., 1965)

AGE DES VACHES	NOMBRE DE VELAGES	FREQUENCE DES TYPES D'INTERVENTION AU VELAGE							
		PAR L'ELEVEUR		PAR LE VETERINAIRE				TOTAL	
		Cas de mauvaise présentation	Recours à la vêleuse (1)	Embryotomie (2)	Césarienne (3)	Torsion de matrice	Extraction forcée (4)	Extraction forcée (1)+(4)	Intervention chirurgicale (2)+(3)	Vêlages difficiles (1)+(2)+(3)+(4)
Vaches	4.916	2,8 %	3,7 %	0,3 %	0,7 %	0,5 %	0,1 %	3,8 %	1,0 %	4,8 %
Génisses 3 ans	1.317	3,0 %	14,0 %	1,6 %	5,4 %	0,3 %	0,4 %	14,4 %	7,0 %	21,4 %
Génisses 2 ans	43	4,6 %	25,6 %	4,6 %	13,9 %	0,0 %	23,2 %	48,8 %	18,5 %	67,3 %

Le choix d'un type d'intervention laisse donc la place, en pratique, à une part de subjectivité importante. Ce choix dépend du personnel concerné et de la valeur du veau.

a) - Personnel : le nombre et surtout la qualification du personnel disponible sur l'exploitation peuvent modifier les conditions dans lesquelles il est fait appel au vétérinaire pour les situations critiques. Dans les cas plus bénins l'assistance sera fonction de la taille du cheptel, de la disponibilité du personnel et de ses habitudes ; ainsi dans les régions de culture et pendant les périodes de travaux, la surveillance du cheptel est plus réduite.

Quant au vétérinaire, son comportement est souvent dicté par sa technicité ; de nombreux vétérinaires ne pratiquent pas couramment les césariennes et hésitent de ce fait à recourir à ce type d'intervention.

b) - Valeur du veau : la valeur potentielle du veau, telle qu'on peut la prédire d'après les performances de ses parents détermine dans beaucoup de cas l'importance de l'aide apportée par l'éleveur, la fréquence des appels au vétérinaire et le recours à la césarienne. Les risques de mortalité du veau sont de ce fait réduits au strict minimum.

Nous devons avoir à l'esprit toutes ces considérations avant d'analyser les systèmes d'estimation de l'aptitude au vêlage qui sont utilisés dans la littérature consacrée à la variabilité de cette aptitude. Ces systèmes sont basés sur un seul ou sur une combinaison des principes suivants :

2.1.1. - Capacité de la vache à expulser son veau : WRIGHT (1958), TURMAN et al. (1964 et 1965), NAUDE (1967), ANDERSON (1968), utilisent le terme "vêlage assisté" et MOLINUEVO (1970) le terme "vêlage aidé" pour définir l'incapacité de la vache à expulser seule son veau. Afin de préciser objectivement les conditions dans lesquelles cette assistance (ou aide) doit être apportée à la vache, YOUNG (1968 a) juge dystocique tout vêlage pour lequel le veau n'est pas expulsé, sans aide, 4 heures après l'apparition du sac amniotique ou des extrémités du foetus. De son côté, ROBERTS (1956) estime que la parturition est troublée si la phase d'expulsion du foetus dépasse 2 à 3 heures. Ces délais ne peuvent évidemment être observés et respectés que dans des conditions expérimentales, les éleveurs restant juges, dans la pratique, du moment où ils doivent porter assistance à la vache.

.../..

2.1.2. - Niveau technique de l'assistance (éleveur ou vétérinaire) : CROWLEY (1965), BELIC et MENISSIER (1968), distinguent les vêlages nécessitant l'assistance de l'éleveur de ceux exigeant l'intervention du vétérinaire.

DONALD (1963), VANDENBUSSCHE et al. (1964), VANDEPLASSCHE et al. (1965), se contentent d'indiquer uniquement la présence ou l'absence du vétérinaire lors du vêlage.

2.1.3. - Nature de l'intervention de l'éleveur : ces interventions peuvent se subdiviser selon différents critères d'appréciation :

- Moyen de l'intervention : MOORE (1954) considère que les vêlages nécessitant une assistance mécanique sont plus difficiles que ceux demandant une aide manuelle. AURIOL et al. (1961), S.C.P.E.N. (1965), et BELLOWS (1966), précisent les cas de vêlages entraînant le recours à la vêleuse parmi les mises-bas difficiles.

- Nombre maximum de personnes assurant l'assistance au vêlage : CROWLEY (1965) classe les vêlages selon le nombre maximum de personnes assurant la traction du veau. Pour BEN DAVID (1964 b) une légère dystocie exige l'assistance de 2 personnes. DREYER et SMIDT (1966) entendent par vêlage "moyennent difficile" celui qui nécessite l'assistance d'un seul homme et par "vêlage difficile" celui qui exige l'aide de 2 hommes ou plus.

- Durée maximum de l'assistance : BEN DAVID (1964 a) distingue entre la "dystocie légère" nécessitant l'intervention de 2 personnes durant 30 minutes au maximum, et la "dystocie sévère" obligeant à une traction forcée pendant plus de 30 minutes (ou une césarienne).

.../..

2.1.4. - Nature de l'intervention du vétérinaire : La Veterinary clinical observation unit (1963) et CROWLEY (1965), utilisent le terme d'"intervention chirurgicale" ; HANSEN (1966) et BELIC , MENISSIER (1968) emploient la dénomination "assistance vétérinaire", sans préciser la nature de l'intervention. Par contre, AURIOL et al. (1961), MOINE (1967), HANSET (1967), MORTEN (1968) et REGIS (1969), distinguent les cas de césariennes de ceux d'embryotomies parmi les interventions du vétérinaire au vêlage. Enfin, AURIOL et al., (1961), VANDENBUSSCHE et al. (1964), VANDEPLASSCHE et al. (1965) et S.C.P.E.N. (1965) séparent l'intervention chirurgicale (césarienne et embryotomie) de l'assistance non chirurgicale assurée par le vétérinaire.

2.1.5. - Causes de l'intervention : WILTBANK (1961), DONALD (1963), WILTBANK (1964) et CROWLEY (1965) séparent les cas de mauvaise présentation du foetus des autres cas. DERIVAUX et al. (1964) et WILLIAMS (1968), de leur côté, ont analysé séparément les deux causes principales de dystocie chez les génisses : l'excès de volume du veau et l'hypoplasie génitale (bassin juvénile ou immature, hypoplasie du vagin et de la vulve). MORTEN (1968) a donné enfin une analyse principalement pathologique des causes de dystocie chez des vaches et génisses. CHAPPAT (1967) analysant de façon plus analytique les cas de dystocie liés à une disproportion foeto-pelvienne considère quatre degrés de disproportion. Ces 4 degrés que nous avons représentés schématiquement sur la figure 6 sont définis suivant que les oppositions à l'expulsion du foetus au niveau du détroit pelvien antérieur se manifestent pour le passage du front du veau (4ème degré), des 2 coudes (3ème degré), d'un seul coude (2ème degré) ; toutes ces situations exigent la réalisation d'une césarienne. Le 1er degré correspond au cas où ces oppositions peuvent être vaincues par une extraction forcée.

2.1.6. - Conséquences de l'intervention sur le veau.

AMIR et al. (1968) jugent le vêlage dystocique lorsque le veau est mort au cours de la parturition. La plupart du temps cependant les auteurs (DONALD, 1963 ; VAN DIETEN, 1963 ; REYNEKE et PENZHORN, 1964 ; CROWLEY, 1965 ; VANDEPLASSCHE et al. 1965 ; HANSEN, 1966 ; LINDHE, 1966 ; HANSET, 1967 ; MORTEN, 1968 ; WILLIAMS, 1968) indiquent la fréquence de mortalité des veaux indépendamment des difficultés de vêlage.

.../..

FIGURE 6

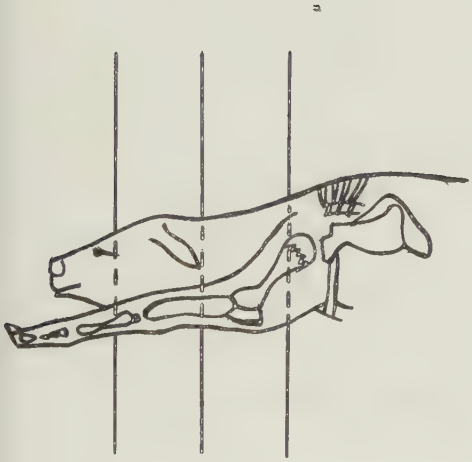
SCHEMATISATION DES DEGRES DE DISPROPORTION FOETO-MATERNELLE LORS DE L'EXPULSION DU FOETUS (d'après CHAPPAT, 1967)

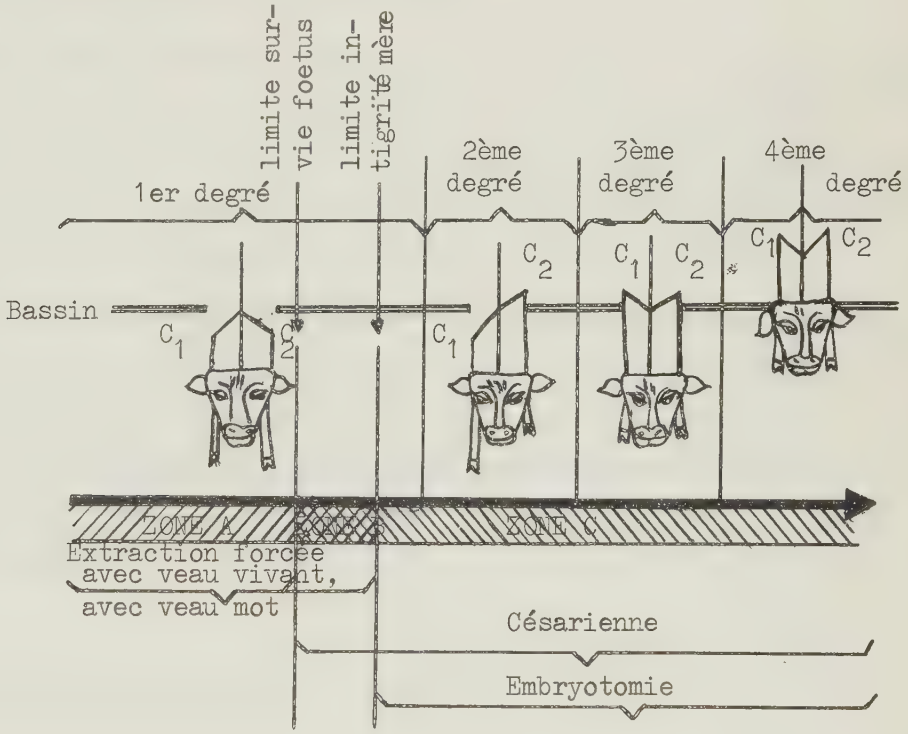
1er degré : avec des tractions plus ou moins fortes, le deuxième coude C_2 saute le bord antérieur du bassin. C'est précisément l'intensité de ces tractions et leurs conséquences qui déterminent le degré des difficultés de vêlage.

2ème degré : la tête franchit le détroit antérieur et un coude (C_1) escalade le pubis. Le second coude (C_2) ne peut pas escalader le pubis ("la deuxième patte ne s'allonge pas").

3ème degré : les antérieurs étant engagés dans le bassin jusqu'au canon, la tête (T) franchit le détroit antérieur. Les coudes C_1 et C_2 ne peuvent pas escalader le bord antérieur du pubis ("les pattes ne s'allongent pas").

4ème degré : les antérieurs étant engagés dans le bassin jusqu'au canon le front butte en haut sur la première vertèbre sacrée. C'est la disproportion extrême. Nous sommes, en général, en présence d'une angustie pelvienne.





2.1.7. - Codifications complexes :

MOORE (1954) propose un système de codification tenant compte simultanément de la nature et des conséquences des interventions pratiquées sur la femelle ou sur le veau (Tableau 5). SAGEBIEL et al. (1969) et RICE (1969) utilisent un système équivalent au précédent dans lequel les classes II et III ont été regroupées en une seule classe intitulée "traction difficile" ; ils introduisent par contre une nouvelle classe - traction très difficile - en considérant le cas de mortalité de la vache seule (note 7) indépendamment de celui correspondant à la disparition du couple (note 8) mère-veau.

Ce sont les seuls cas où les auteurs ont cherché à élaborer une échelle d'appréciation tenant compte des éléments ci-dessus. La majorité des études se contentent de fournir une appréciation très imprécise sur le déroulement du vêlage ; les termes suivants sont utilisés pour qualifier le vêlage :

- "anormal" = VAN DIETEN (1963), BEN DAVID (1964 b)
- "difficile" = WILTBANK (1961), CREEK et NESTEL (1962) ; Veterinary Clinical Unit Observation (1963) ; CABRINI ET CAVANDOLI (1964) ; BALIKA (1965) ; CROWLEY (1965) ; LINDHÉ (1966); AMIR et al. (1968) ; SMIDT et CLOPPENBURG (1967) ; BELIC et MENISSIER (1968) ; BELIC et al. (1968) ; MONTEIRO (1969) ; NEWMAN (1970).
- "dystocique" = ANDERSEN (1958) ; HORN et al. (1961) ; LOPEZ SAUBIDET et al. (1963) ; JACKSON (1963) ; FRIEDLI (1965) ; WESTBYE et NOESS (1966) ; EWING (1968) ; HEIMAN (1968). Il est inutile d'insister sur le caractère subjectif de l'appréciation de l'aptitude au vêlage, caractère qui est en outre accru dans le cas d'appréciations synthétiques par les particularités propres à chaque langue et par les habitudes que nous avons rappelées ci-dessus.

2.2. - Mesures des dimensions du bassin.

Nous allons examiner la première composante de l'aptitude au vêlage : la taille du bassin de la mère ; la seconde composante, les dimensions du veau, sera vue dans le chapitre suivant.

.../..

TABLEAU 5

CODIFICATION DES DIFFICULTES DE VELAGE EN FONCTION DE LA NATURE ET DE LA CONSEQUENCE DES INTERVENTIONS

(MOORE, 1954)

Type d'assistance	Etat de la mère et du veau	VEAU	MERE	CODIFICATION
I	AUCUNE	Vivant	Vivante	1
		Mort	- -	2
II	TRACTION MANUELLE	Vivant	- -	3
		Mort	- -	4
III	TRACTION MECANIQUE FACILE	Vivant	- -	5
		Mort	- -	6
IV	TRACTION MECANIQUE DIFFICILE	Vivant	- -	7
		Mort	- -	8
V	TRACTION MECANIQUE DIFFICILE	Mort	Morte	9
VI	CESARIENNE	Mort	Morte	9

Nous distinguerons les mesures des dimensions internes effectuées par exploration rectale ou par radiographie des mesures corporelles externes ; puis nous préciserons leurs relations.

La connaissance des mesures internes du détroit pelvien antérieur de la vache nous permettra d'estimer la taille de ce détroit, soit par son périmètre, soit par sa surface. Dans tout ce qui suivra, cette taille estimée du détroit pelvien antérieur sera appelée "ouverture pelvienne" (Opening of pelvis, en anglais). Dans la plupart des cas, l'ouverture pelvienne représentera la surface du détroit pelvien antérieur.

2.2.1. - Mesures des dimensions internes.

2.2.1.1. Moyens de mesures.

2.2.1.1.1. - Appréciation manuelle.

Les traités d'hygiène et d'obstétrique vétérinaire (ARLOING, 1868 ; SAINT-CYR, 1888) proposent depuis longtemps d'apprécier empiriquement l'écartement des 2 branches iliaques des coxaux au niveau du détroit pelvien antérieur à l'aide de l'écartement des doigts. PORTE (1969) propose une méthode codifiée qui s'applique à la partie inférieure du détroit (Tableau 6).

Ce moyen d'estimation des mensurations internes du bassin, en dehors du fait qu'il est imprécis, est assez fatiguant pour l'opérateur qui doit vaincre la péristeltienne rectale de l'animal.

2.2.1.1.2. - Réglette télescopique.

Dans un premier temps, les mesures de l'ouverture pelvienne des bovins à viande (bovins élevés à FORT ROBINSON, Etats-Unis) ont été réalisées à l'aide d'une réglette télescopique métallique (WILTBANK, 1961 ; BELLOWS, 1966 ; BELLOWS et al., 1965 et BELLOWS et al., 1969) ou en plastique (ROBERTSON, 1967). Mais pour diverses raisons pratiques, dont la plus sérieuse est probablement

.../..

TABLEAU 6

APPRECIATION MANUELLE DE LA LARGEUR DU DETROIT PELVIEN ANTERIEUR

(PORTE, 1969)

TYPE DE BASSIN	PROCEDE D'APPRECIATION DE LA LARGEUR INFERIEURE DU DETROIT PELVIEN ANTERIEUR	LARGEUR INFERIEURE (cm)	PREVISIONS DES PROBLEMES OBSTETRICAUX
TYPE I	Le poing étant fermé, l'auriculaire est en contact avec une branche iliaque ; on joint alors l'autre branche avec le pouce replié contre l'index.	de 13 à 14 cm	Problèmes obstétricaux à prévoir. Il est conseillé d'éliminer de la reproduction les vaches ayant un tel bassin.
TYPE II	Le poing étant fermé, l'auriculaire est en contact avec une branche iliaque, on joint l'autre branche avec le pouce en extension totale.	environ 18 cm	Les accidents d'obstétrique se rencontrent dans les cas de veaux de grand format et à forte musculature.
TYPE III	Le poing étant fermé, l'auriculaire est en contact avec une branche iliaque, le pouce est en extension totale, mais ne peut joindre la branche iliaque ; il en est séparé par une distance de l'ordre de 2 cm, au maximum.	environ 20 cm	Accidents obstétricaux rares.

l'impossibilité de lire directement et extérieurement les mesures prises au niveau du détroit pelvien, cet appareil a été remplacé par un compas (RICE, 1969). La réglette télescopique (figure 7) ne permettait à ses utilisateurs, tant aux Etats-Unis (à FORT ROBINSON) qu'en Australie (YOUNG, 1968, a, b), de contrôler que deux dimensions de l'ouverture pelvienne : la largeur et la hauteur. Par ailleurs, aucun utilisateur n'aborde l'estimation de la précision des mesures effectuées avec cette réglette.

2.2.1.1.3. - Compas.

Plusieurs types de compas ont été utilisés pour mesurer le détroit pelvien antérieur des bovins :

- le premier provient de BEN DAVID (1960) en Israël ;
- un autre type a servi aux recherches françaises sur les difficultés de vêlage. Il est décrit par MENISSIER et VISSAC (1971) ainsi que la technique opératoire.
- un troisième type, aux Etats-Unis, vient d'être mis au point (RICE, 1969).

Tous comportent 2 branches introduites dans le rectum de l'animal et appliquées sur les repères dont on apprécie la distance. Les 2 branches extérieures sont munies d'une graduation sur laquelle on peut lire directement la distance qui sépare les extrémités des branches internes.

Les caractéristiques de ces 3 types de compas, à savoir :

1 - longueur des branches interne et externe,

2 - moyen d'écarter les branches,

3 - forme des extrémités des branches,

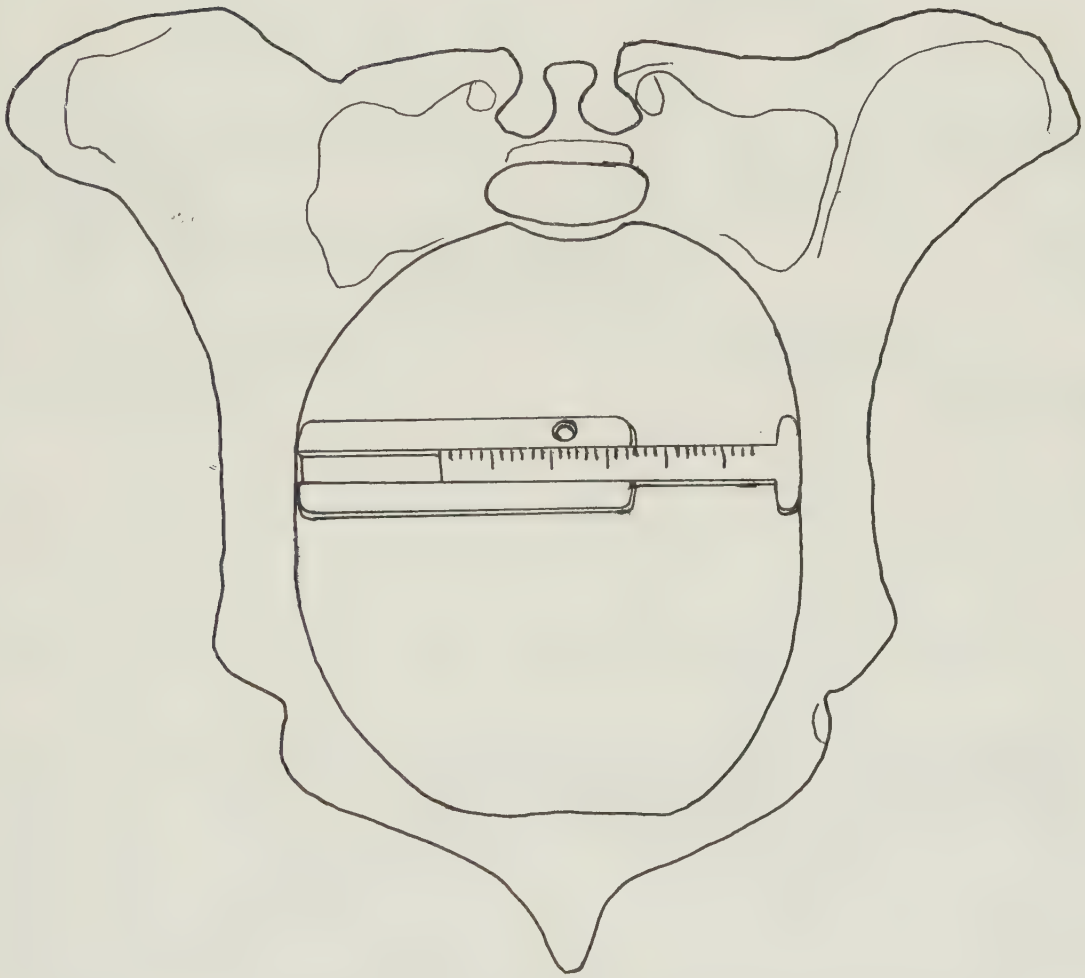
sont représentées sur la figure 8.

Ces trois caractéristiques du compas en déterminent la facilité de manipulation, la rapidité et la précision des mesures, et aussi la sécurité de l'opérateur et de l'animal.

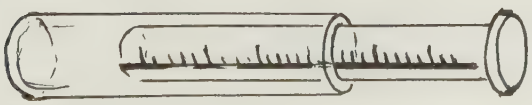
.../..

FIGURE 7

SCHEMAS DES REGLETTES TELESCOPIQUES DE PELVIMETRIE
CITEES DANS LA BIBLIOGRAPHIE



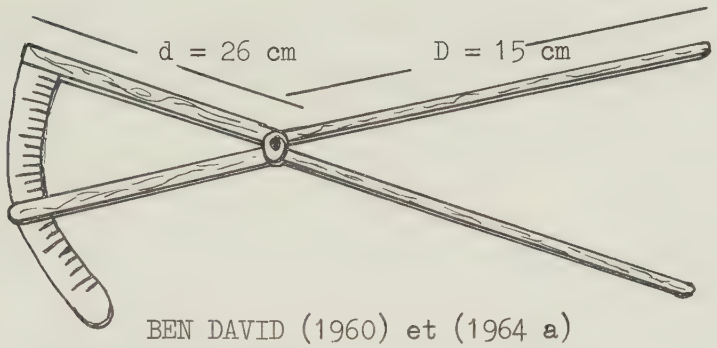
Réglette métallique utilisée par WILTBANK (1961)



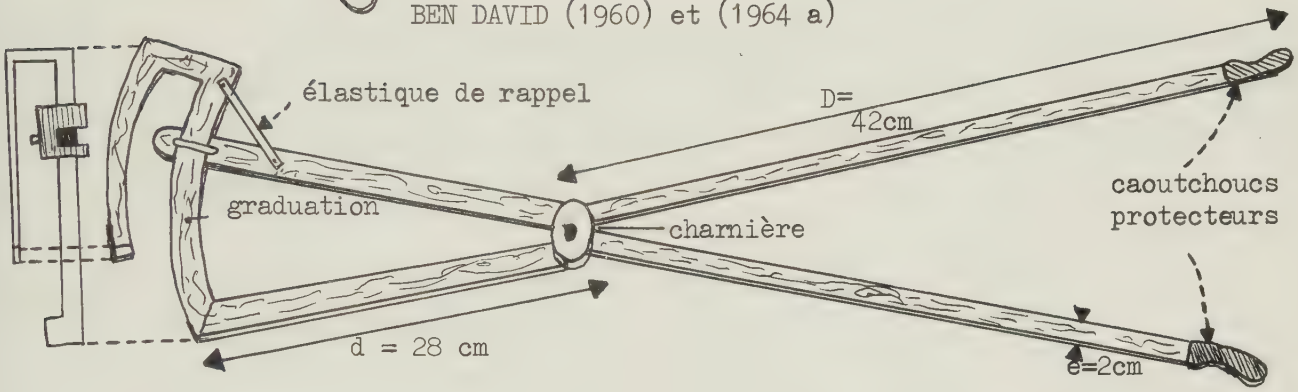
Réglette en plastique utilisée par ROBERTSON (1967)

FIGURE 8

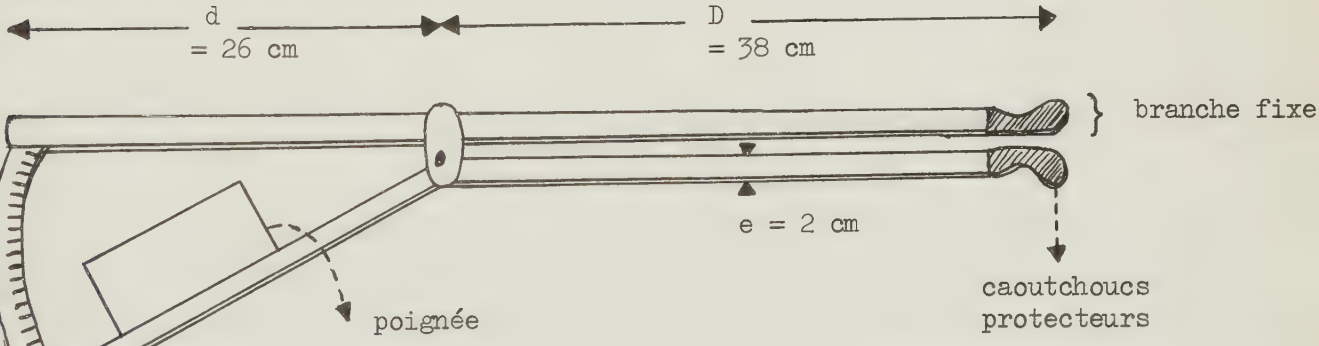
SCHEMAS DES DIFFERENTS COMPAS DE PELVIMETRIE CITES DANS LA BIBLIOGRAPHIE



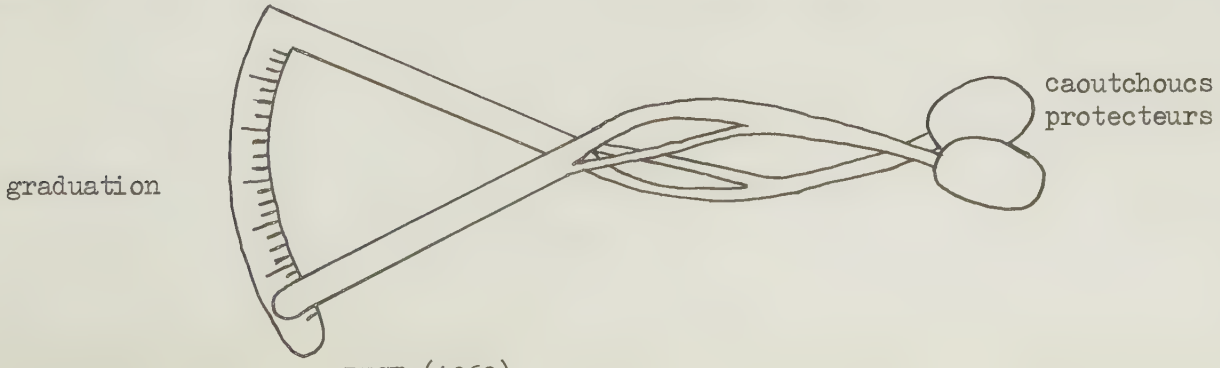
BEN DAVID (1960) et (1964 a)



MOINE (1967)



BOULDOIRE (1970), COUTEAUDIER (1970) (légèrement modifié, REGIS (1969



RICE (1969)

La technique opératoire est variée selon les auteurs : MOINE (1967) et RICE (1969) n'ont pas procédé à l'anesthésie de l'animal, avant l'introduction du pelvimètre. BEN DAVID (1960),REGIS (1969) et COUTEAUDIER (1970) ont réalisé au contraire leurs mesures sur des animaux préalablement anesthésiés. Cette précaution facilite la réalisation de la mesure en réduisant les contractions rectales et l'agitation de l'animal.

2.2.1.1.4. - Radiographie.

RICE (1969) a essayé la radiographie du bassin (figure 9) pour préciser les changements rapides d'ouverture pelvienne des vaches lors de la parturition (largeurs : bis-iliaque, bis-ischiatique, bis-acétabulaire). Les génisses étaient radiographiées trois fois :

- 4 à 30 jours avant le vêlage,
- au cours de la parturition,
- aussitôt après la parturition.

En fait, la plupart des radiographies n'étaient pas interprétables car il s'avérait dangereux d'exposer le bassin de l'animal à un rayonnement plus intense qui aurait été nécessaire pour obtenir des images précises.

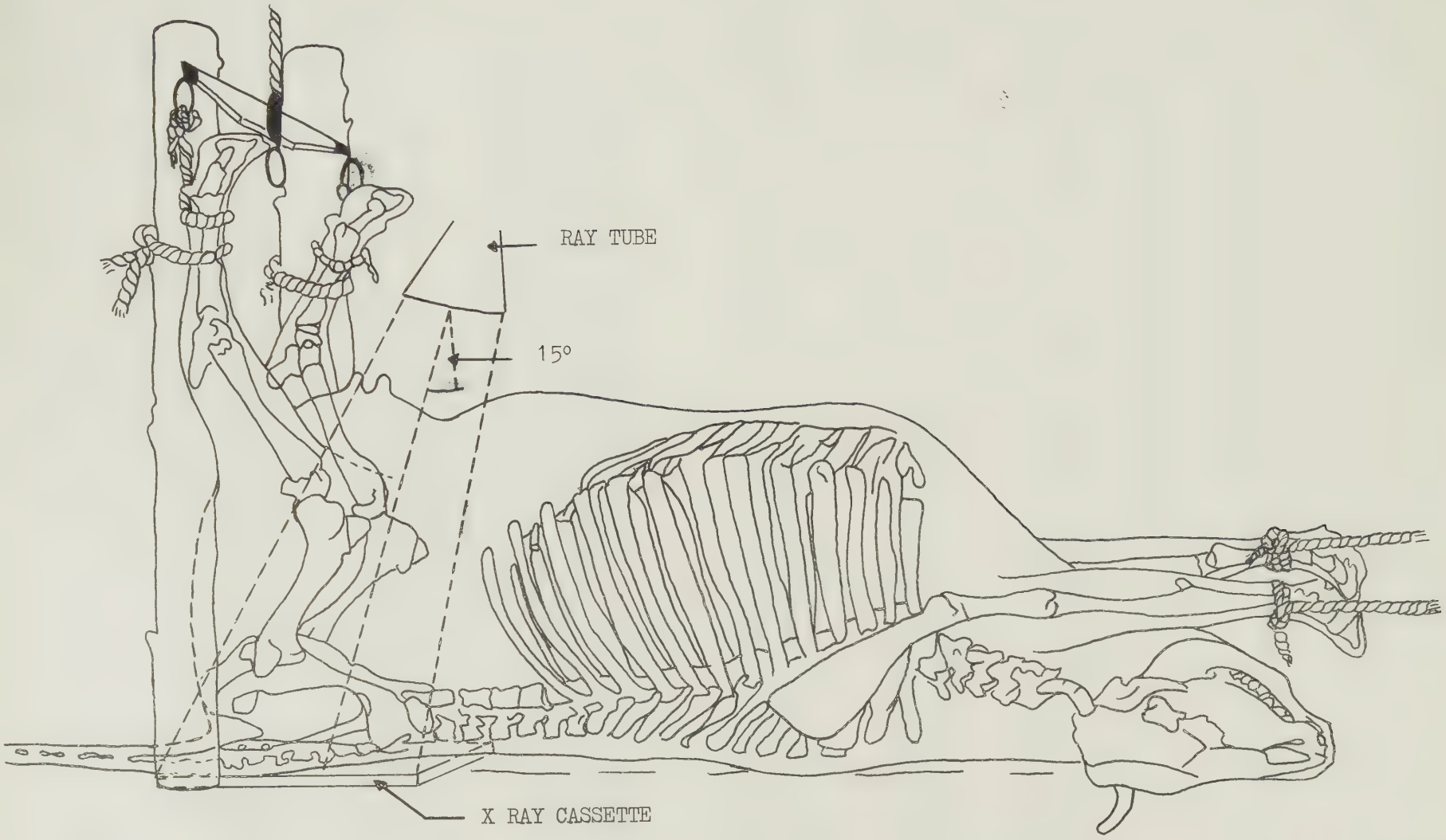
2.2.1.1.5. - Examen direct des carcasses.

Nous n'insisterons pas sur ce mode opératoire qui présente peu d'intérêt pour la sélection des reproducteurs et l'étude des populations animales (animaux vivants). Toutefois ce procédé est utile pour tester la précision des mesures faites sur l'animal vivant. La dissection du bassin et l'étude anatomique détaillée du coxal d'animaux dont on connaît l'aptitude au vêlage est par ailleurs un moyen utile pour analyser plus en détail l'efficacité des mesures classiques des dimensions du bassin. Les auteurs belges (DEGHILAGE, 1911 ; DERIVAUX et al., 1964, et surtout FAGOT,1964 et 1965) sont arrivés par cette méthode à décrire d'une façon très complète, sinon très précise, les modifications de forme de l'os coxal associées à l'hypertrophie de la musculature du train postérieur des bovins. NIELSEN (1965) a également utilisé cette voie d'approche.

.../..

FIGURE 9

L'UTILISATION DE LA RADIOGRAPHIE POUR PRECISER LES MODIFICATIONS DE L'OUVERTURE PELVIENNE LORS DE LA PARTURITION (RICE, 1969)



2.2.1.2. - Mesures réalisées et expression de l'ouverture pelvienne.

A l'aide du compas, il est possible de prendre les mesures du détroit pelvien antérieur dans différentes directions(figure 10) :

a) - Mesure de hauteur :hauteur sacro- pubienne prise verticalement du sommet de la crête pubienne jusqu'au sacrum. (HSP)

b) - Mesures de largeur du détroit antérieur :

- en position médiane : c'est la largeur bis-iliaque médiane (LBIM) représentée par la distance entre les crêtes iléo-pectinées des deux branches des ilions.

- en position supérieure : c'est la largeur bis-iliaque supérieure (LBI-sup.) estimée par la distance entre les deux branches des ilions immédiatement sous le sacrum,

- en position inférieure : c'est la largeur bis-iliaque inférieure (LBI-inf.) estimée par la distance entre les deux branches des ilions au niveau des éminences iléo-pubiennes.

c) - Mesures diagonales et sagittales appelées : "diamètres sacro-iliaques". Ce sont les distances entre le bord inférieur de l'aile de l'ilion au niveau de l'articulation sacro-iliaque et le bord supérieur situé sous l'éminence iléo-pubienne du même côté (SAG) ou du côté opposé (DIA).

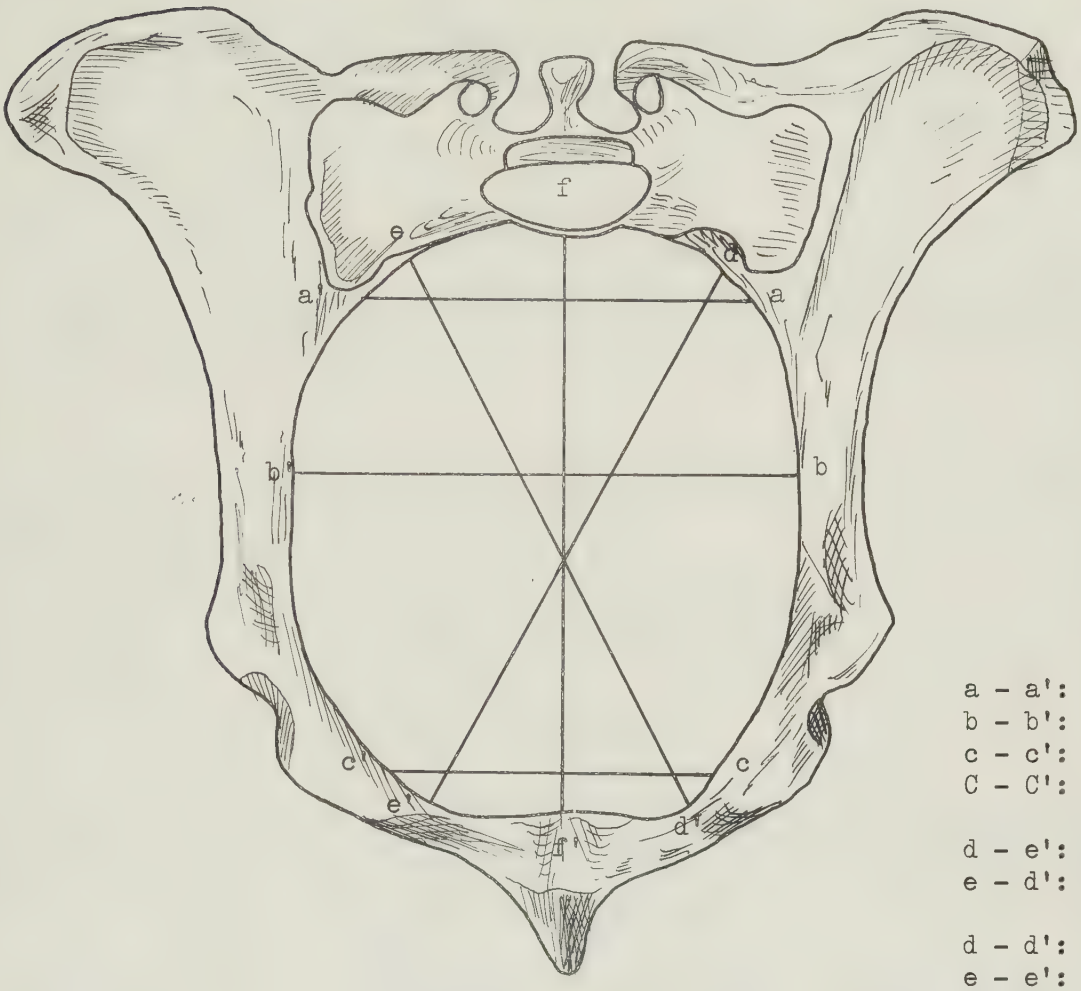
Le tableau 7 rassemble les dénominations des mensurations utilisées par les divers auteurs pour estimer l'ouverture pelvienne ainsi que les stades auxquels elles étaient réalisées.

Nous voyons que les deux premières mesures (hauteur sacro-pubienne, et largeur bis-iliaque médiane) sont réalisées par la plupart des auteurs utilisant un compas. En outre, MOINE (1967) et RICE (1969) effectuent respectivement les mesures diagonales et sagittales.

.../..

FIGURE 10

SCHEMA DES DIFFERENTES MESURES INTERNES DU BASSIN CITEES DANS LA BIBLIOGRAPHIE



a - a': LBI-sup.
b - b': LBIM
c - c': LBI-inf.
C - C': LBI-ischiatique

d - e': DIA (droite)
e - d': DIA (gauche)

d - d': SAG (droite)
e - e': SAG (gauche)
f - f': HSP

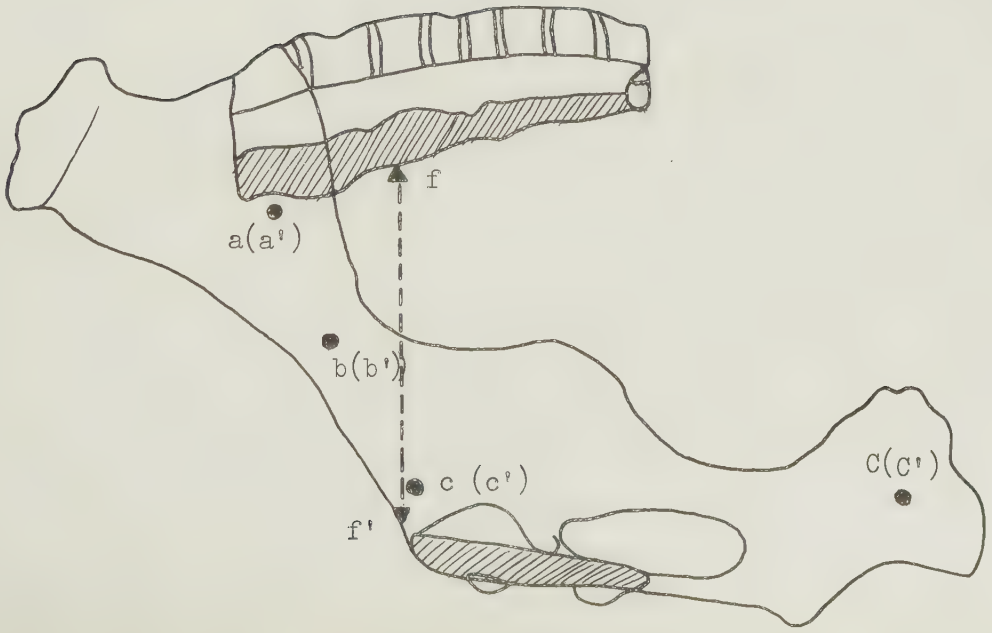


TABLEAU 7

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES MENSURATIONS DE PELVIMETRIE INTERNE, rencontrées dans la BIBLIOGRAPHIE

PAYS	AUTEUR	MOYEN DE MESURE	STADE DE MENSURATIONS ET TYPES D'ANIMAUX	MESURES* REALISEES	OUVERTURE PELVIENNE (Estimation de la surface du détroit pelvien antérieur)
ETATS UNIS	WILTBANK (1961 et 1964)	RELETTE TELESCOPIQUE	Avant vêlage	(HSP), (LBIM)	(HSP) × (LBIM)
	BELLOWS et al. (1965, 1969) BELLOWS (1966)		1965 - 3 semaines avant le début d'une période de vêlage de 50 jours. 1966 - Avant vêlage 1969 - 5 jours avant le début d'une période de vêlage de 75 j.	(HSP), (LBIM)	(HSP) × (LBIM)
	ROBERTSON (1967)		Génisses à 1 an : avant et après vêlage	(HSP), (LBIM)	$\pi\left(\frac{(HSP)+(LBIM)}{4}\right)^2$
AUTRALIE	YOUNG (1968 b et 1970)		1968 b - diagnostic de gestation (3 mois $\frac{1}{2}$ après une période de saillie de 3 mois)	(HSP), (LBIM)	(HSP) × (LBIM)

.../..

TABLEAU 7 (suite)

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES MENSURATIONS DE PELVIMETRIE INTERNE, rencontrées dans la BIBLIOGRAPHIE

PAYS	AUTEUR	MOYEN DE MESURE	STADE DE MENSURATIONS ET TYPES D'ANIMAUX	MESURES * REALISEES	OUVERTURE PELVIENNE (Estimation de la surface du détroit pelvien antérieur)
ISRAEL	BEN DAVID (1960)	COMPAS DE PELVIMETRIE	Génisses âgées de 18-30 mois Vaches après vêlage.		Périmètre des détroits pelviens antérieurs $\pi\left(\frac{(HSP)+(LBIM)}{2}\right)$
	BEN DAVID (1964 b)		6-9 sem. de gestation 10-15 j. avant vêlage Aussitôt après vêlage 30 j. après vêlage.	(HSP),(LBIM)	
FRANCE	MOINE (1967)		Taurillons âgés de 12 mois. Vaches de 4,4 vêlages.	(HSP),(LBIM) (LBI-sup.) (LBI-inf.) (DIA)	(HSP) × (LBIM)
	REGIS (1969)		Taurillons âgés de 13 mois Vaches de 2 ans durant la 1ère semaine suivant le vêlage.	(HSP),(LBIM)	(HSP) × (LBIM)
	COUTEAUDIER (1970)		Génisses d'1 et de 2 ans, vaches de 3 ans, vaches multipares de 4 ans et plus)	(HSP),(LBIM)	(HSP) × (LBIM)
	BOULDOIRE (1970)		Femelles âgées de 2 ans à plus de 10 ans destinées à l'abattage.	(HSP),(LBIM)	(HSP) × (LBIM)
ETATS UNIS	RICE (1969)		A la saillie 2-3 mois avant vêlage	(HSP),(LBIM) (LBI-sup.) (LBI-inf.) (DIA) (SAG)	(HSP) × (LBIM) $\pi\frac{(HSP)}{2}\times\frac{(LBIM)}{2}$ $\pi\frac{(DIA)}{2}\times\frac{(LBIM)}{2}$ $\pi\frac{(SAG)}{2}\times\frac{(LBIM)}{2}$
		RADIO-GRAPHIE	14 à 30 jours avant vêlage, Au cours du vêlage, Aussitôt après vêlage.	diamètres : bis-iliaque, bis-ischiatique et bis-acetabulique	

TABLEAU 7 (suite)

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES MENSURATIONS DE PELVIMETRIE INTERNE, rencontrées dans la BIBLIOGRAPHIE

PAYS	AUTEUR	MOYEN DE MESURE	STADE DE MENSURATIONS ET TYPES D'ANIMAUX	MESURES * REALISEES	OUVERTURE PELVIENNE (Estimation de la surface du détroit pelvien antérieur)
BELGIQUE	DERIVAUX et al. (1964) FAGOT (1965)	SUR CARCASSE	Génisses et vaches	(HSP),(LBIM)	(HSP) × (LBIM)
DANEMARK	NIELSEN (1965)	SUR CARCASSE	Génisses et vaches	(HSP) (LBIM) ; (LBI-sup.) (LBI-inf.)	(HSP) × (LBIM)

HSP : Hauteur Sacropubienne
LBIM : Largeur bis-iliaque médiane
LBI-sup. : Largeur bis-iliaque supérieure
LBI-inf. : Largeur bis-iliaque inférieure
DIA : Sacro-iliaque diagonale
SAG : Sacro-iliaque sagittale.

Plusieurs méthodes sont utilisées pour exprimer les dimensions du détroit pelvien antérieur à partir des 2 premières mesures ; on détermine ainsi l'ouverture pelvienne :

- soit par un périmètre (BEN DAVID, 1960 et 1964 a) en utilisant la formule :

$$\pi\left(\frac{(HSP) + (LBIM)}{2}\right)$$

- soit par une estimation de la surface (OP). Le mode d'estimation varie selon les auteurs (Tableau 7).

OP = HSP × LBIM pour WILTBANK (1961), DERIVAUX et al. (1964), BELLOWS et al. (1965), FAGOT (1965), BELLOWS (1966), MOINE (1967), YOUNG (1968 a,b), BELLOWS et al. (1969), REGIS (1969), RICE (1969), BOULDOIRE (1970), COUTEAUDIER (1970), YOUNG (1970), MENISSIER et VISSAC (1971).

ou :

$$OP = \pi\frac{(HSP)}{2}\ \frac{(LBIM)}{2} \quad \text{pour RICE (1969)}$$

$$OP = \pi\frac{(HSP + LBIM)}{4} \quad \text{pour ROBERTSON (1967)}$$

Par ailleurs, RICE (1969) a aussi substitué la hauteur sacro-pubienne par les mesures diagonales ou sagittales pour exprimer l'ouverture pelvienne.

En fait ce sont les deux mesures : hauteur sacro-pubienne (HSP) et largeur bis-iliaque médiane (LBIM) qui sont les plus intéressantes à considérer.

En effet :

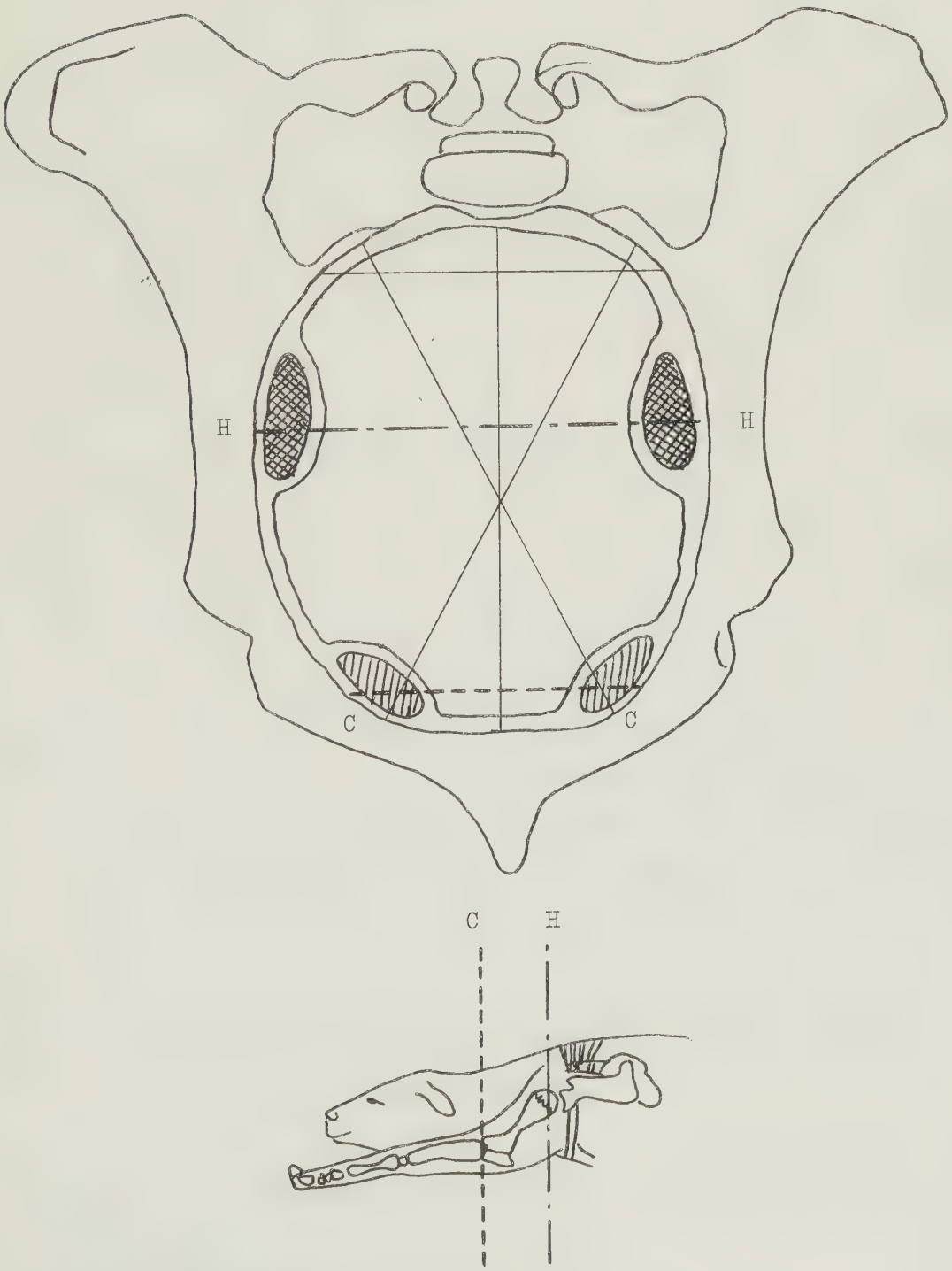
- ce sont les mesures essentielles correspondant aux points de résistance s'opposant au passage du foetus lors du vêlage (figure 11),

- leurs repères anatomiques sont les mieux caractérisés (MOINE, 1967 ; REGIS, 1969), donc plus faciles à utiliser.

.../..

FIGURE 11

POINTS DE RESISTANCE DU FOETUS DANS L'OUVERTURE PELVIENNE



H : articulations scapulo-humérales
C : articulations du code

Les mesures diagonales et les mesures de largeur dans les parties supérieure et inférieure de l'ouverture pelvienne apportent une précision supplémentaire dans l'estimation de la forme de celle-ci. Dans certains cas, elles peuvent expliquer la nature de la difficulté du vêlage ; c'est le cas des vaches culardes où les largeurs bis-iliaques supérieures et inférieures permettent de caractériser la modification éventuelle du col de l'ilium (FAGOT, 1964).

2.2.1.3. - Précision des estimations de l'ouverture pelvienne.

BEN DAVID (1960) trouve que le périmètre de l'ouverture pelvienne mesuré sur l'animal vivant est légèrement supérieur (0,8 cm) à celui déterminé à partir des mêmes dimensions mesurées sur la carcasse. Ce résultat peut être lié, en partie, à la déformation corporelle qui résulte de l'abattage et de la suspension des carcasses après abattage.

RICE (1969), de son côté, obtient un coefficient de corrélation de + 0,99 entre les surfaces d'ouverture pelvienne mesurées sur l'animal et sur la carcasse. La précision qui ressort de ce coefficient est supérieure à celle obtenue par MOINE. Celui-ci a trouvé, en effet, à partir d'une analyse préliminaire sur quelques animaux, des coefficients de corrélation entre les mesures sur l'animal et celles sur leur carcasse : plus faibles (+ 0,20 et 0,16 pour la hauteur sacro-pubienne et la largeur bis-iliaque médiane respectivement). Par contre, à partir d'un lot de vaches de réforme (9 vaches de races laitières) mensurées 10 fois consécutivement, cet auteur trouve des coefficients de répétabilité de 0,62 et 0,49 pour les dimensions ci-dessus. La mesure de hauteur et les mesures diagonales sont, selon cet auteur, plus répétables que les largeurs.

2.2.2. - MESURES DES DIMENSIONS EXTERNES DU BASSIN ET LIAISON AVEC LES DIMENSIONS INTERNES.

Les dimensions externes du bassin sont évidemment plus faciles à mesurer à l'aide d'un appareillage classique tel que le pied à coulisse ou le ruban gradué. Elles ont été combinées, depuis longtemps, dans diverses formules pour estimer et prédire les dimensions internes du bassin ou l'aptitude des femelles au vêlage.

.../..

2.2.2.1. - Définition des mesures externes (tableau 8 et figure 12).

- La largeur aux hanches (L.H.) mesurée entre les deux pointes de hanches est la mesure la plus utilisée par la plupart des auteurs en raison, tant de la facilité et la grande précision avec laquelle elle est réalisable que de sa liaison avec la surface du détroit pelvien antérieur.

- La longueur du bassin (L.B.) mesurée de la pointe de la hanche à la pointe des fesses, est aussi facile à effectuer que la mesure précédente ; elle serait moins liée à l'ouverture pelvienne.

- La largeur aux trochanters (L.Tro.) mesurée entre les articulations coxo-fémorales, est une mesure intéressante du fait de sa liaison, en valeur absolue ou comparée à la largeur aux hanches, avec l'ouverture pelvienne. Cette mesure est d'autant plus difficile à mesurer que l'animal est fort musclé, puisque le trochanter disparaît alors sous la musculature.

- La largeur aux pointes des fesses (L.Pf.) est relativement moins utilisée du fait des difficultés de bien situer les repères de mesures.

- Les hauteurs aux hanches (H.H.) aux trochanters (H.Tro.) et aux pointes des fesses (H.Pf.) semblent être intéressantes pour apprécier le profil du coxal, en particulier son inclinaison et ses déformations.

- Enfin un certain nombre de mesures caractérisent plus précisément toutes les déformations du bassin. La perpendiculaire abaissée de l'articulation lombo-sacrée sur la transversale réunissant les deux angles de la hanche (hauteur du triangle de "DEGHILAGE") déterminant la position de l'angle externe de la hanche est une de ces mesures. Elle permet par exemple d'observer le déplacement de l'angle externe de la hanche en avant, vers le bas et à l'intérieur, qui traduit un mouvement de torsion de l'aile de l'ilium ; ce mouvement entrainerait un rétrécissement de l'ouverture pelvienne (cas fréquemment observé chez les animaux à forte musculature, DERIVAUX et al., 1964).

.../..

TABLEAU 8

MESURES EXTERNES DU BASSIN UTILISEES PAR LA PLUPART DES AUTEURS S'INTERESSANT A LA PELVIMETRIE INTERNE.

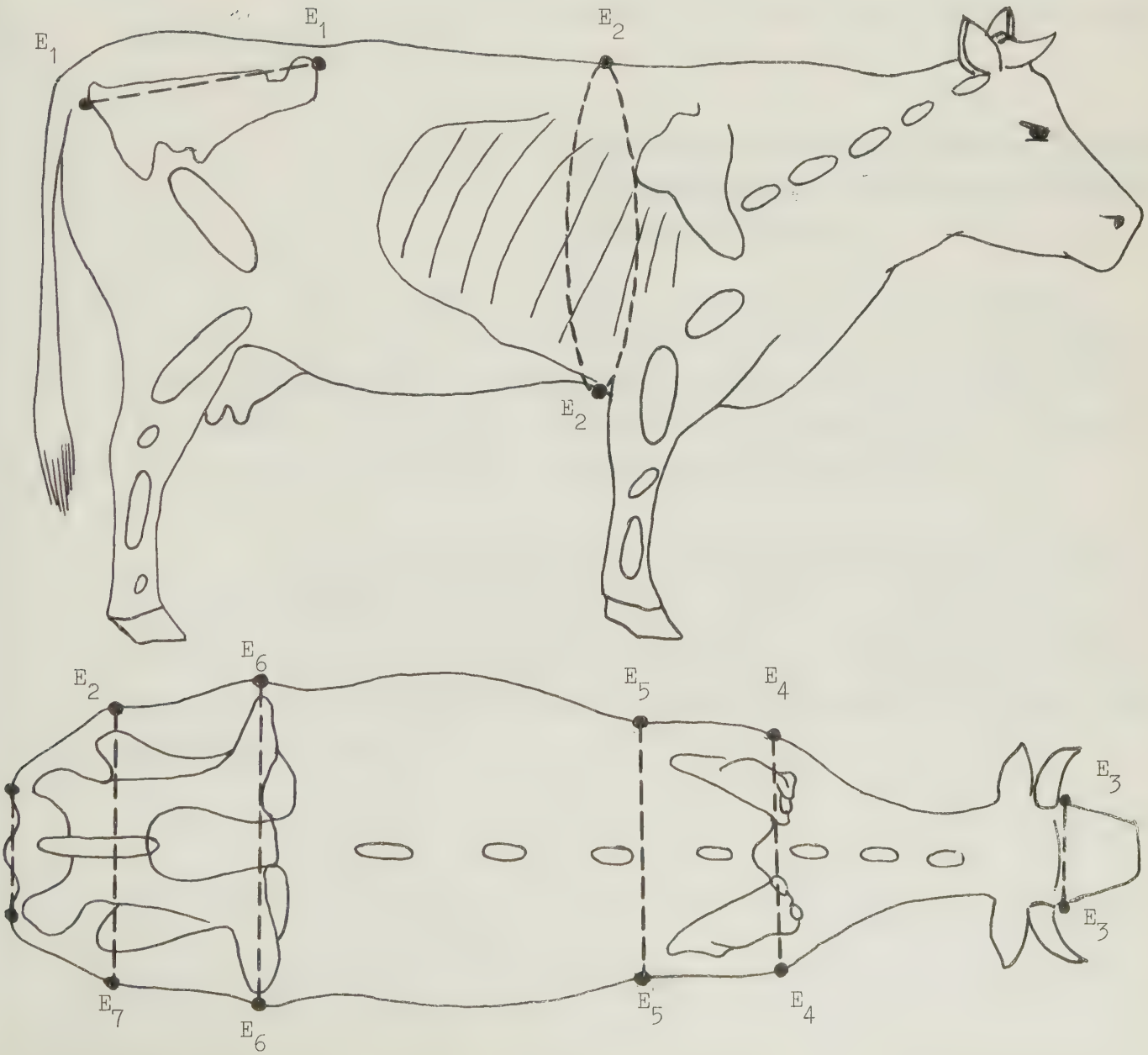
AUTEURS	PAYS	RACE OU TYPE GENETIQUE	L.H. Largeurs aux Hanches	L.B. Longueur du Bassin	L.Tro Largeur aux Trochanters	L.Pf Largeur aux Pointes des fesses	H.H. Hauteur aux Hanches	H.Tro Hauteur aux Trochanters	H.Pf Hauteur au Pointes de fesses
DERIVAUX et al. (1964)	BELGIQUE	M.H.B.	X		X				
FAGOT (1965)	BELGIQUE	M.H.B.	X		X				
NIELSEN (1965)	DANEMARK	PN RD JE	X	X	X	X	X	X	X
MOINE (1967)	FRANCE	CC.SA. LI.BB. AA	X	X	X	X			
ROBERTSON (1967)	U.S.A.	HE	X	X		X			
REGIS (1969)	FRANCE	CC	X		X				
COUTEAUDIER (1970)	FRANCE	CC	X	X	X	X			
BOULDOIRE (1970)	FRANCE	PN NO BA	X	X	X				

RACES : MHB-MOYENNE ET HAUTE BELGIQUE
PN-PIE-NOIRE
RD-ROUGE DANOISE
JE-JERSEY
NO-NORMANDE
BA-BRUNE des ALPES
CC-CHAROLAISE
LI-LIMOUSINE
HE-HEREFORD
AA-AUBRAC
BB-BLONDE D'AQUITAINE
SA-SALERS

FIGURE 12

SCHEMA DES DIFFERENTES MENSURATIONS EXTERNES CITEES DANS LA BIBLIOGRAPHIE

E_1E_1 : longueur du bassin
E_2E_2 : tour de poitrine
E_3E_3 : largeur de tête
E_4E_4 : largeur aux épaules
E_5E_5 : largeur de poitrine
E_6E_6 : largeur aux hanches
E_7E_7 : largeur aux trochanters
E_8E_8 : largeur aux pointes de fesses



- L'inclinaison du bassin : Selon AURIOL et al. (1961), l'inclinaison du bassin semble être en liaison avec les difficultés de vêlage. D'ailleurs pour VISSAC et al.,(1971) l'appréciation du caractère culard est basée, en partie, sur cette inclinaison qui caractérise le développement de la musculature et les difficultés de vêlage liées à cette hypertrophie musculaire. L'inclinaison du bassin pourrait être appréciée à partir des mesures des hauteurs définies antérieurement.

2.2.2.2. Possibilités d'estimation de l'ouverture pelvienne à partir des mesures externes du bassin.

Nous avons examiné séparément les diverses possibilités, en fonction de leur degré de précision :

2.2.2.2.1. - Proportionalité entre les dimensions des détroits pelviens antérieur et postérieur et les mesures corporelles externes.

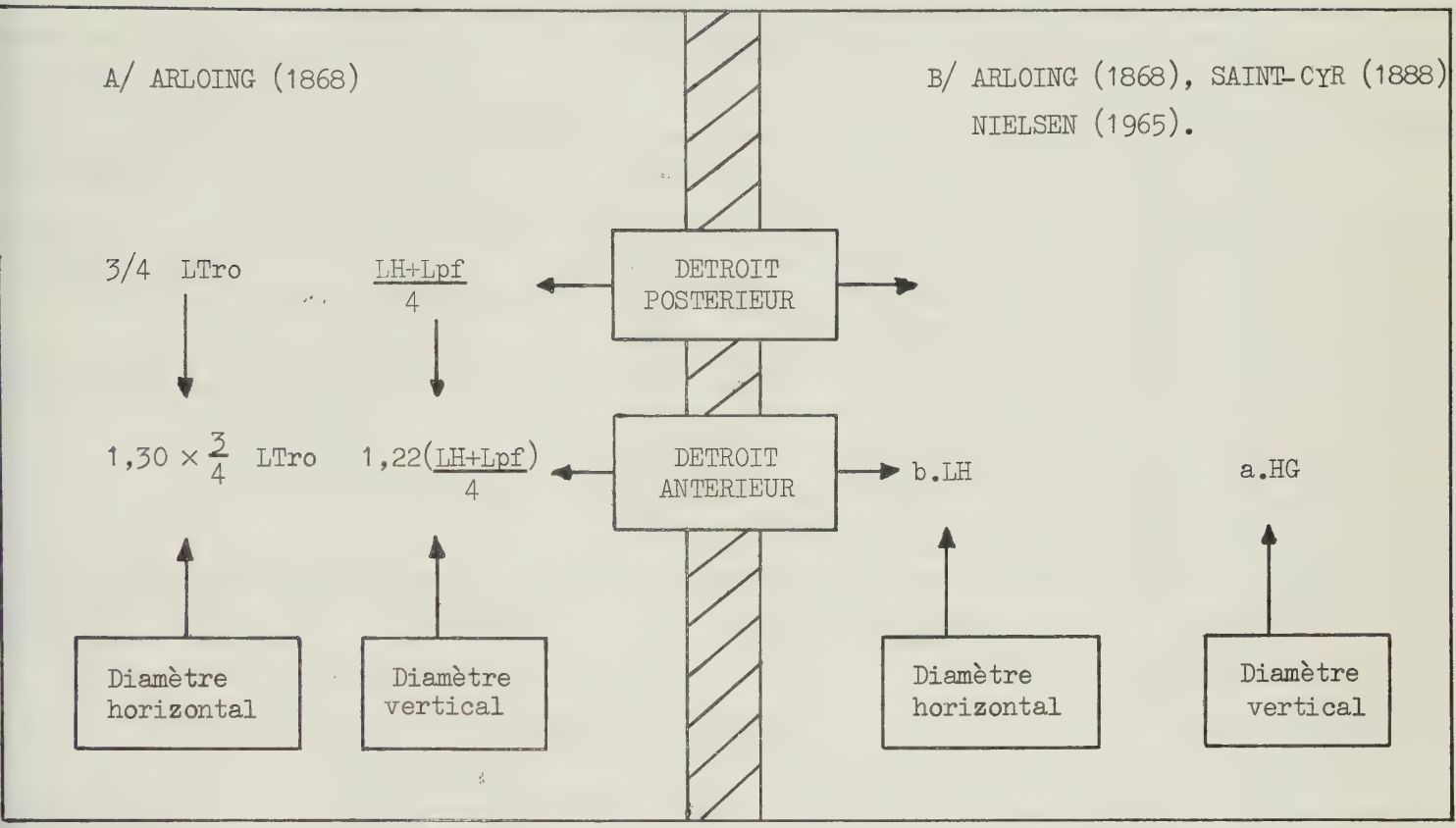
Avec la hauteur au garrot ou le tour de poitrine, les dimensions externes du bassin ont été combinées depuis longtemps pour prédire les dimensions verticales (hauteurs) et horizontales (largeurs) des détroits pelviens antérieurs et postérieurs, (ARLOING, 1868 ; SAINT-CYR, 1888 ; NIELSEN, 1965). Les expressions proposées par ces auteurs sont rassemblées sur la figure 13.

Les coefficients de proportionalité entre ces diverses mesures externes et internes ont été rassemblées dans le tableau 9. De ce tableau, il ressort que pour les coefficients de proportionalité entre la hauteur sacro-pubienne et la hauteur au garrot (b), la largeur bis-iliaque médiane et la largeur aux hanches (a), les races laitières présentent des valeurs plus élevées que les races mixtes et les races à viande.

.../..

FIGURE 13

METHODES D'EXPRESSION DES DETROITS PELVIENS ANTERIEURS
ET POSTERIEURS A PARTIR DES MESURES CORPORELLES EXTERNES



HG : hauteur au garrot
LH : largeur aux hanches
LTro : largeur aux trochanters
Lp^f : largeur aux pointes des fesses
a,b : coefficients constants de proportionalité

TABLEAU 9

VALEUR DES COEFFICIENTS DE PROPORTIONALITE (a et b) (*)

ENTRE LES MESURES EXTERNES ET INTERNES DU BASSIN

REFERENCE	RACE	NOMBRE D'ANIMAUX UTILISES	AGE OU TYPE D'ANIMAL	VALEUR DU COEFFICIENT "a"	VALEUR DU COEFFICIENT "b"
SAINT-CYR (1888)	(x)	(x)	Vache	0,388	0,174
DERIVAUX et al. (1964)	MHB	74	2 ans	0,338	
		11	5 ans	0,320	
NIELSEN (1965)	RD	216	Vaches	0,351	0,187
	PN(Danoise)	210	Vaches	0,350	0,181
	JE	208	Vaches	0,363	0,195
COUTEAUDIER (1970)	CC	79	1 an	0,27	0,12
		107	2 ans	0,29	0,13
		39	3 ans	0,31	0,14
		35	4 ans	0,33	0,16
		24	5 ans	0,33	0,16
		34	6 ans	0,33	0,16
BOULDOIRE (1970)	PN(Français)	58	de 3 ans à 10 ans	0,32	0,14
	NO	100		0,33	0,15
	BA	67		0,33	0,14
REGIS (1969)	CC	71	2 ans	0,29	
MOINE (1967)	CC	12	3,6 vêlage	0,30	
	LI	8	5,5 vêlage	0,32	
	SA	22	3,7 vêlage	0,31	
	PN(Français)	5	3,8 vêlage	0,30	
	BA	9	6,3 vêlage	0,32	

RACES : MHB-MOYENNE ET HAUTE BELGIQUE
RD-ROUGE DANOISE
PN-PIE NOIRE
CC-CHAROLAISE
NO-NORMANDE
BA-BRUNE DES ALPES
JE-JERSEY

(*) "a" = $\frac{\text{Largeur bis-iliaque médiane}}{\text{Largeur aux hanches}}$

"b" = $\frac{\text{Hauteur sacro-pubienne}}{\text{Hauteur au garrot}}$

(x) sans précision

2.2.3 - Liaisons statistiques entre les dimensions externes et internes du bassin.

Différents auteurs ont estimé la corrélation statistique entre mesures externes et internes du bassin (tableau 10). De ce tableau il découle que ces coefficients sont positifs et significativement différents de 0 ($P < 0,01$) entre la largeur aux hanches et l'ouverture pelvienne ou la largeur bis-iliaque médiane. ROBERTSON (1967) et BOULDOIRE (1970) indiquent également une forte liaison entre la longueur du bassin et l'ouverture pelvienne. La corrélation entre la largeur aux trochanters et l'ouverture pelvienne est significative ($P < 0,01$) dans les cas des races Charolaise (COUTEAUDIER, 1970) et Normande (BOULDOIRE, 1970). Ce dernier trouve également une corrélation positive dans le cas de la race Pie Noire ($P < 0,01$).

Par ailleurs nous avons rassemblé les résultats de liaisons multiples entre mesures externes et internes du bassin (tableau 11). Il ressort de ce tableau que la combinaison de deux ou de trois des dimensions externes du bassin (LH, LB, LP) explique au maximum, 23 % de la variation totale de l'ouverture pelvienne (ROBERTSON 1967). Par contre pour cet auteur, en ajoutant le poids de l'animal à ces combinaisons, la valeur du coefficient multiple (R^2) atteint 32 à 35 %. En combinant la hauteur au garrot et le tour de poitrine comme mesures de format avec les quatre mesures externes du bassin (LH, LB, L.TRo, L.Pf), COUTEAUDIER (1970) a pu expliquer respectivement 54 %, 60 % et 18 % de la variation totale de l'ouverture pelvienne, la largeur bis-iliaque médiane et de la hauteur sacro-pubienne dans la race Charolaise Le résultat de BOULDOIRE (1970) sur des vaches de réforme âgées de 2 à 5 ans, (Pie-Noires, Normandes et Brunes des Alpes) indique que les mesures de format telles que le tour de poitrine, la largeur aux épaules, la profondeur de poitrine, la hauteur au garrot, jointes aux 3 dimensions externes du bassin (LH, L.Tro.LB) ne peuvent expliquer respectivement que 32 %, 23 % et 34 % de la variation totale des mensurations internes énoncées ci-dessus. Enfin, selon BELLOWS et al. (1965), les coefficients de régression partielle standard entre l'ouverture pelvienne d'une part, la largeur aux hanches, la largeur aux trochanters et le poids d'autre part sont tous significativement différents de 0: respectivement + 0,25 ($P<0,01$), + 0,18 ($P< 0,05$) et + 0,32 ($P<0,01$). Bref, s'il existe en général une relation indépendante du poids vif entre les dimensions externes et internes du bassin, cette relation n'est que statistique et serait inefficace pour prédire ou estimer l'ouverture du détroit pelvien à partir des mesures corporelles externes.

.../..

TABLEAU 10

COEFFICIENTS DE CORRELATION ENTRE LES DIMENSIONS EXTERNES DU BASSIN ET L'OUVERTURE PELVIENNE OU SES COMPOSANTES

	RACE (âge)	LH			LB			L.Tro.			L.Pf.		
		HSP	LBIM	OP	HSP	LBIM	OP	HSP	LBIM	OP	HSP	LBIM	OP
BELLOWS et al.1965 n = 178	HE (3 ans)			+ 0,52 **									
ROBERTSON (1967) n = 107	HE			**			+ 0,427						+ 0,094
	AN			+ 0,41			+ 0,270						+ 0,246
	(2½ ans)						+ 0,717						+ 0,346
REGIS (1969) n = 71	CC (2 ans)			+ 0,45 **									
COUTEAUDIER (1970) n = 39	CC (3 ans)	NS + 0,14	** + 0,65	** + 0,58	NS - 0,06	NS + 0,10	NS + 0,08	NS -0,05	** + 0,61	** + 0,44	** + 0,62	** + 0,54	* + 0,71
BOULDOIRE (1970) n = 58	BA	** + 0,30	** + 0,48	** + 0,44	* + 0,29	* + 0,29	** + 0,31	NS +0,15	* + 0,26	NS + 0,23			
n =100	PN	NS + 0,13	NS + 0,17	NS + 0,17	** + 0,33		* + 0,25	NS +0,12	NS + 0,13	NS + 0,13			
n = 67	NO	** + 0,39	** + 0,43	** + 0,44	** + 0,40	** + 0,43	** + 0,44	** + 0,52	** + 0,38	** + 0,50			
NIELSEN (1965) n = 239	RD				+ 0,51								
n = 239	PN				+ 0,68								
n = 229	JE				+ 0,49								

NS : Non Significatif
* : significatif au seuil de 5 p.100
** : significatif au seuil de 1 p.100

HE : HEREFORD
AN : ABERDEEN ANGUS
CC : CHAROLAISE
BA : BRUNE DES ALPES
PN : PIE NOIRE
NO : NORMANDE
RD : ROUGE DANOISE
JE : JERSEY

TABLEAU 11

COEFFICIENTS DE CORRELATION MULTIPLE (R^2) ENTRE L'OUVERTURE PELVIENNE, D'UNE PART, ET LES MENSURATIONS EXTERNES DU BASSIN ET DE FORMAT, D'AUTRE PART.

AUTEURS	RACE OU TYPE D'ANIMAL	VARIABLES (x_i) prédictrices indépendantes		VALEUR DU COEFFICIENT DE CORRELATION MULTIPLE (R^2) POUR LES VARIABLES PREDITES DEPENDANTES		
		Extérieur du bassin	Format ou âge	OP	HSP	LBI
ROBERTSON (1967)	HE	LH	PV	0,318		
		LPB	PV	0,321		
		LB	PV	0,341		
		LH	PV	0,174		
		L.Pf.	PV	0,328		
	AN	L.Pf.		0,183		
		LB	PV	0,349		
		LH		0,225		
		LB	PV	0,341		
		LH		0,227		
		L.Pf. LB	PV	0,349		
COUTEAUDIER (1970)	CC (3 ans)	LH L.Tro. L.Pf. L.B.	H.G. T.P.	0,54	0,18	0,60
BOULDOIRE (1970)	BA NO (2-5 ans)	LH L.Tro. L.B. âge	âge	0,287	0,303	0,18
		idem	âge +TP+LE+PP	0,311	0,334	0,198
		idem	âge,TP,LH,PP,HG	0,324	0,336	0,227

RACES : AN : ABERDEEN ANGUS
HE : HEREFORD
CC : CHAROLAISE
PN : PIE-NOIRE
BA : BRUNE DES ALPES
NO : NORMANDE

VARIABLES : LH : LARGEUR AUX HANCHES
L.Pf. : LARGEUR AUX POINTES DE FESSES
L.Tro : LARGEUR AUX TROCHANTERS
LB : LARGEUR DU BASSIN
PV : POIDS VIF
HG : HAUTEUR AUX GARROTS
TP : TOUR DE POITRINE
PP : PROFONDEUR DE POITRINE
LE : LARGEUR AUX EPAULES

2.3. - MESURE DES DIMENSIONS DU VEAU.

L'encombrement du foetus est estimé en premier lieu par son poids au moment de la naissance. Cependant, les mesures de largeur ou de circonférence transversales prises au niveau des points de résistance à l'expulsion du foetus (front, coudes et trochanters), permettent une meilleure analyse du format et de l'encombrement du foetus à la naissance.

Au niveau du front, les auteurs retiennent la largeur de la tête et sa longueur, ainsi que la circonférence cephalo-métacarpienne qui détermine l'encombrement maximum du foetus à ce premier niveau. La circonférence du canon est aussi un élément apprécié par de nombreux auteurs.

Au niveau des épaules, on utilise le plus souvent la profondeur et la largeur de poitrine, la largeur aux épaules (plus représentatives de l'encombrement du foetus) ainsi que la circonférence scapulo-thoracique.

Enfin les dimensions du train postérieur du veau, retenues par les auteurs, sont surtout la largeur aux trochanters et la circonférence coxorotulienne. La différence entre cette dernière et la circonférence iliaco-ventrale est particulièrement représentative de l'encombrement du train postérieur du veau lors du vêlage.

Une grande partie de ces mesures a été utilisée par BEN DAVID (1960), WILTBANK (1961), REYNEKE et PENZHORN (1964), WILLIAMS (1968), REGIS (1969), NIELSEN (1965), VISSAC et al. (1971) ; un tableau récapitulatif (Tableau 12) et la figure 14, rassemblent les diverses mesures employées par ces auteurs.

.../..

TABLEAU 12

MENSURATIONS UTILISEES PAR LA PLUPART DES AUTEURS POUR ESTIMER (autres que le poids de naissance)

L'ENCOMBREMENT DU FOETUS AU MOMENT DU VELAGE

AUTEURS	PAYS	RACE OU TYPE	TETE ET MEMBRES ANTERIEURS	EPAULES ET GARROTS	POITRINE	BASSIN ET TRAIN POSTERIEUR
NIELSEN (1965)	DANEMARK	PN, RD, JE	-	HG.	PP.	LH. L.Tro.
WILLIAMS (1968)	Grande Bretagne	Races Britanniques	T.C.	-	-	-
REYNEKE ET PENZHORN (1964)	Afrique du Sud	PN CC × PN	T.C.	HG. L.Ep.	PP.	HS.
				LONGUEUR TOTAL DU VEAU		
WILTBANK (1961)	U.S.A.	Races à viande	L.T. l.T.		LP. TP.	
BEN DAVID (1960) REGIS (1969) VISSAC et al.(1971)	Israël France France	PN CC	Circonférence céphalo-métacarpienne	Circonférence scapulo-thoracique		Circonférence iliaco-ventrale
ROBERTSON (1967)	U.S.A.	AN HE	l.T.	L.Ep. T.Ep.		LH. TH.

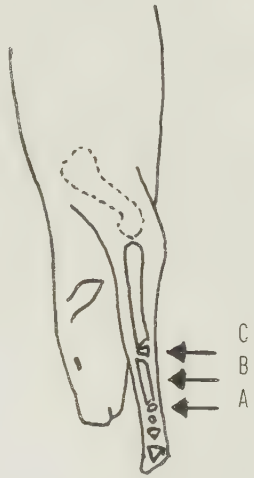
PN : PIE-NOIRE
RD : ROUGE DANOIS
JE : JERSEY
CC : CHAROLAISE
AN : ABERDEEN ANGUS
HE : HEREFORD

T.C. : Tour de Canon
l.T. : largeur de Tête
L.T. : Longueur de Tête
H.G. : Hauteur au Garrot
L.Ep. : Largeur aux Epaules
T.Ep. : Tour des Epaules

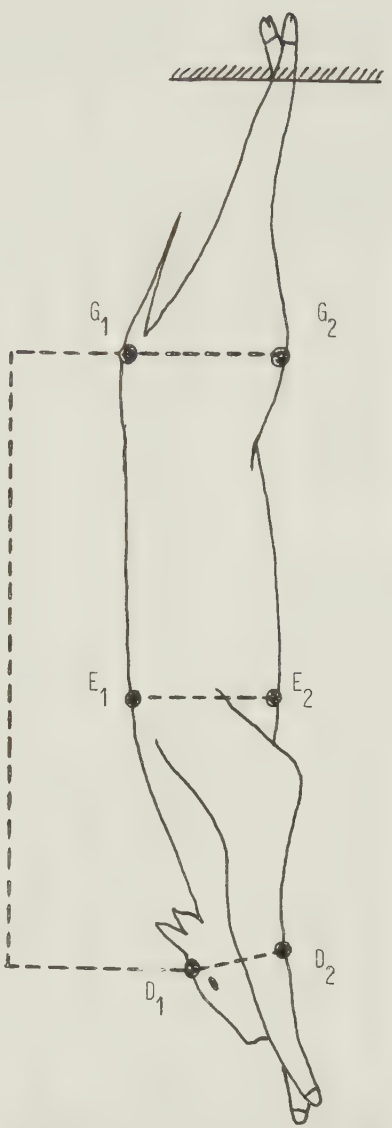
L.P. : Largeur de Poitrine
T.P. : Tour de Poitrine
P.P. : Profondeur de Poitrine
L.H. : Largeur aux Hanches
T.H. : Tour aux Hanches
L.Tro. : Largeur aux Trochanters
H.S. : Hauteur au Sacrum

FIGURE 14

SCHEMA DES DIFFERENTES MESURES DU VEAU A LA NAISSANCE CITEES DANS LA BIBLIOGRAPHIE



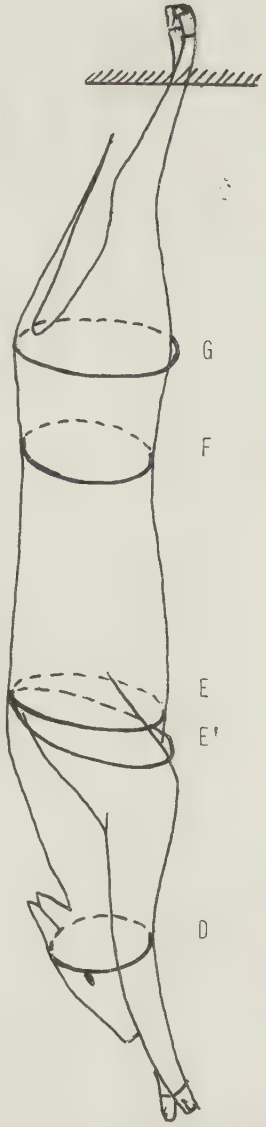
A : Tour du Paturon
B : Tour du Canon
C : Tour du Genou



D_1-D_2 : Hauteur entre le Chignon et les 2 articulations des genoux

E_1-E_2 : Profondeur de Poitrine

G_1-G_2 : Hauteur entre l'attache de la queue et les articulations des rotules



D : Tour cephalo-metacarpienne

E : Tour scapulo-thoracique
E' (au niveau du coude)

FF: Tour iliaco-ventral

GG : Tour coxo-rotulien

E_3E_4 : Largeur aux épaules

G_3G_4 : Largeur aux trochanters

3 - LES CAUSES DE VARIATION DE L'APTITUDE AU VELAGE.

3.1. - Analyse des causes de variation.

L'analyse des causes de variation de l'aptitude au vêlage s'avère très complexe pour les trois raisons essentielles suivantes :

a) - Le caractère subjectif des mesures de cette aptitude dans les populations animales qu'elles soient entretenues en ferme ou dans des stations expérimentales.

b) - Les modalités d'action des facteurs intervenant sur l'aptitude au vêlage (A) : les variations de cette aptitude sont discontinues et se manifestent suivant un ou plusieurs seuils déterminés par des variations continues ; c'est notamment le cas des caractères morphologiques tels que les dimensions de l'ouverture pelvienne de la mère (OP) et de la section transversal du foetus (T) au moment de l'expulsion. Cela conduit évidemment à l'existence d'interactions entre tous les facteurs qui agissent indirectement sur les difficultés de vêlage par l'intermédiaire de ces caractères morphologiques. Il est de ce fait insuffisant ou tout du moins difficile d'analyser séparément leurs actions.

c) - Ces facteurs sont en outre très nombreux : si l'on exprime sous forme additive l'aptitude au vêlage en fonction des deux dimensions ci-dessus : $A = OP' - T'$, nous devons considérer que OP' est fonction de l'ouverture pelvienne avant vêlage (OP) et de la variation d'ouverture pelvienne (Δ OP) consécutive en grande partie au relâchement des ligaments sacro-sciatiques : ($OP' = OP + \Delta OP$). Quant à la valeur (T'), elle est fonction du sexe du veau (ΔT_s), du génotype de ce dernier, dépendant pour moitié de celui de son père (ΔT_p), pour moitié de celui de sa mère (ΔT_m) et, enfin, de l'effet maternel utérin (ΔT_u). Nous pouvons ainsi écrire, en négligeant l'incidence des variations très réduites du nombre de foetus et celles éventuelles de la vitalité du veau sur l'aptitude au vêlage (T = constante) :

$$T' = T + \Delta T_s + \Delta T_m + \Delta T_p + \Delta T_u$$

d'où :

$$A = (OP + \Delta OP) - (T + \Delta T_s + \Delta T_m + \Delta T_p + \Delta T_u)$$

.../..

Sur le plan des variations d'ordre génétique, l'aptitude au vêlage dépend donc :

a) - de l'ouverture pelvienne de la mère, considérée :

- sous l'angle anatomique (OP)
- sous l'angle physiologique au moment du vêlage (Δ OP)

b) - du format du veau au moment du vêlage, influencé :

. par le sexe du veau ΔT_s

. par la mère ΔT_m et ΔT_u

. par le père ΔT_p

La séparation de ces dernières influences est particulièrement importante lorsqu'on s'intéresse, comme c'est notre cas, aux variations d'aptitude au vêlage dans le cas de populations bovines soumises au croisement.

La plupart de ces variables dont la résultante est l'aptitude au vêlage (OP, ΔT_u notamment) sont en fait des fonctions de l'âge de la mère, leur valeur dépend en particulier de l'action des processus de croissance de la mère.

Les influences non génétiques concernent :

a) l'alimentation de la femelle dans son jeune âge et pendant la gestation, alimentation qui peut modifier les valeurs de OP et ΔT_m dans le 1er cas, de ΔT_m seul dans le second.

b) le mode de conduite de cette femelle pendant la gestation, qui détermine en partie la durée de la gestation donc ΔT_u et influence probablement la préparation au vêlage (Δ OP).

Aucune étude n'a, en fait, envisagé l'analyse simultanée des effets de l'ensemble des facteurs ci-dessus sur l'aptitude au vêlage et sur ses composantes. Nous avons à faire la plupart du temps à des travaux partiels sauf en ce qui

.../..

concerne les variations du poids à la naissance, que l'on peut considérer ici comme une mesure globale de l'encombrement du foetus ; celui-ci a été particulièrement bien étudié par de nombreux auteurs car il constitue la première mesure dont on dispose sur le potentiel de croissance d'un animal. Tout en gardant à l'esprit les imbrications existant entre les facteurs ci-dessus nous allons rassembler, sous plusieurs rubriques, les résultats des travaux relatifs aux variations de l'aptitude au vêlage :

a) - Actions d'origine extrinsèque, nutritionnelles notamment ;

b) - Actions d'origine intrinsèque : effets de l'âge de la mère et du sexe du veau ;

c) - Actions génétiques proprement dites ;

d) - Possibilités de maîtrise de cette variation par la sélection.

3.2.- Actions extrinsèques.

Nous distinguons les actions intervenant durant le jeune âge de la génisse des actions qui ne se manifestent que dans la dernière partie de la gestation et qui ont toutes pour conséquence, indépendamment des autres effets (âge en particulier) d'entraîner un déséquilibre morphologique foeto-maternel. Etant donné l'originalité de notre travail en France et l'absence de recherches fondamentales sur les liaisons entre les influences du milieu et l'aptitude au vêlage, nous avons été amené à développer cette partie dont les conclusions ont servi à la définition des conditions d'élevage des animaux utilisés dans notre travail personnel.

3.2.1. - Alimentation dans le jeune âge.

SWANSON et HINTON (1964) ont utilisé 9 paires de vraies jumelles de races laitières : une génisse de chaque série a été alimentée normalement jusqu'au 1er vêlage à 24 mois, l'autre génisse recevait une ration dont la valeur énergétique était réduite d'1/3 de 4 à 24 mois. Le poids des génisses de ce dernier lot était inférieur de 25 % à celui des génisses du 1er lot. Alors que les génisses du 1er lot n'ont manifesté que quelques difficultés de vêlage, celles du 2ème lot ont toutes présenté un vêlage difficile (une d'entre elles a subi une césarienne, une autre est morte). REID et al. (1964) ont conduit une expérience similaire sur 3

.../..

groupes de génisses Holstein élevées de la naissance au 1er vêlage avec 3 niveaux alimentaires : bas (3,659 lb de T.D.N.)*, moyen (5,384 lb de T.D.N.) et haut (7,904 lb de T.D.N.). Les génisses sous-alimentées ont tendance à vêler plus difficilement que les autres ; elles fournissent des veaux dont le poids est inférieur en valeur absolue mais supérieur quand on l'exprime en pourcentage du poids des mères (Tableau 13).

TUTT (1944) et WILLIAMS (1968) indiquent que la nutrition pendant le jeune âge est un facteur important qui détermine les dimensions du bassin. BELLOWS (1966) de son côté montre, à partir de mesures de pelvimétrie, qu'un niveau alimentaire approprié doit être fourni aux génisses pour que leur bassin atteigne une taille correspondante à celle du veau au moment du vêlage. De nombreuses études relatives à l'incidence du niveau énergétique de la ration sur la morphologie corporelle (PÅLSSON, 1955) permettent effectivement de conclure que le bassin figure parmi les régions du squelette dont le développement est le plus tardif. Ainsi ces régions sont celles dont la croissance est la plus sévérement pénalisée par une sous-alimentation des génisses avant vêlage. Ceci est d'autant plus important que le premier vêlage est précoce (2 ans par exemple).

3.2.2. - Alimentation et conduite en fin de gestation.

3.2.2.1. - Niveau alimentaire.

Contrairement aux actions précédentes qui interviennent surtout au niveau de la femelle, ces dernières se manifestent essentiellement pendant les 2 derniers tiers de la gestation sur les dimensions du foetus in utero : BARCROFT et KENNEDY (1939), BARCROFT (1946), WALLACE, (1948), LEES et al. (1948), RICE (1969), indiquent en effet que 1,2 % seulement de la variabilité de croissance du bassin dans les 4 mois qui précèdent le vêlage sont liés au niveau nutritionnel. De nombreux auteurs ont étudié l'incidence d'une réduction alimentaire en fin de gestation sur les facilités de vêlage des vaches de races à viande anglo-saxonnes. L'effet de cette réduction varie en fait suivant la nature de cette réduction (réduction énergétique, azotée, minérale ou vitaminique) la sévérité de la sous-alimentation, l'âge de l'animal

---

* Total digestible nutrient ; unité anglo-saxonne servant à mesurer la quantité d'énergie ingérée.

TABLEAU 13

INCIDENCE D'UNE RESTRICTION ALIMENTAIRE SUR L'APTITUDE AU VELAGE DE GENISSES DE RACE HOLSTEIN - REID et al. (1964)

NIVEAU ENERGETIQUE DE LA NAISSANCE JUSQU'AU 1er VELAGE (T.D.N.)			POIDS A LA NAISSANCE DES VEAUX (lb.)		$\frac{\text{POIDS DU VEAU}}{\text{POIDS DE LA MERE}} \times 100$	NOMBRE DE VELAGES	% DE VELAGES ASSISTES	NOMBRE DE VEAUX MORTS	
			MALES	FEMELLES				A LA NAISSANCE	APRES 1 MOIS
	(lb)	(%)*							
Bas	3445	62	83,4	76,6	9,47	31	46,5	4	3
Moyen	5574	100	87,7	82,3	8,00	34	30,6	4	1
Haut	8119	146	94,2	87,2	7,51	33	26,4	2	2

* Niveau de T.D.N. exprimé en % du niveau moyen établi selon les normes des tables de MORRISON (Feeding Stundards - 1956).

(MORRISON, 1955) le stade de gestation au cours duquel elle est appliquée (WILSON et OSBOURNE, 1960 ;McCANCE et WIDDOWSON, 1962) et sa durée. Or, les études effectuées sur ce point sont souvent réalisées dans des conditions très restrictives ; quelques-unes, par contre, abordent les autres incidences de cette réduction de niveau alimentaire sur la viabilité des veaux d'une part, sur la croissance, la production laitière et la fertilité ultérieure des femelles d'autre part. A cet égard, les comparaisons de régime alimentaire en fin de gestation sont associées, dans le cadre de schémas factoriels à des comparaisons de niveaux alimentaires après vêlage. On cherche ainsi à étudier les possibilités de compensation des effets dépressifs éventuels de la sous-alimentation en fin de gestation sur les performances de la mère et du veau, après vêlage.

WILTBANK et al. (1962) ne trouvent aucune influence sur les facilités de vêlage à la suite d'une réduction du niveau énergétique de la ration pendant les 5 derniers mois de gestation. La réduction était en fait sévère : 50 % de la quantité d'énergie (T.D.N.) recommandée d'après les normes du National Research Council (N.R.C.) américain ; elle entraînait pourtant une diminution significative ($P < 0,01$) du poids moyen des veaux à la naissance (11 lb). Cette expérience portait sur des vaches adultes Hereford (N = 88) âgées d'environ 6 ans ; à cet âge les difficultés de vêlage sont en fait rares quel que soit le niveau énergétique de la ration. Cependant WILTBANK (1964) a confirmé ces résultats à l'occasion d'une expérience similaire effectuée sur des génisses Hereford (Tableau 14). Dans la première expérience ci-dessus (WILTBANK et al. 1962) la restriction alimentaire avant vêlage a entraîné des troubles de reproduction au cours du cycle ultérieur : retards dans l'involution utérine, allongement de l'anoestrus de lactation, augmentation du nombre d'inséminations par fécondation ; ces troubles semblent en fait compensés par un réajustement de la ration après vêlage (Tableau 15). La deuxième expérience réalisée par WILTBANK et al. (1964) pour vérifier et préciser l'incidence du niveau alimentaire après vêlage dans le cas d'effets défavorables de la restriction alimentaire en fin de gestation sur la fertilité (Tableau 15), n'a pas permis d'obtenir des résultats concluants. Les effectifs sur lesquels ont porté ces recherches étaient en fait très limités.

De leur côté, ABSHER et HOBBS (1968) travaillant sur 30 et 36 génisses de races Hereford et Angus respectivement, destinées à un premier vêlage à 2 ans, trouvent une différence de facilité de vêlage selon le niveau énergétique de la ration en fin de gestation ; toutefois cette différence n'est pas significative (Tableau 16). Les régimes extrêmes utilisés par ces auteurs pendant une période dont les caractéristiques ne sont pas précisées sont pourtant moins différents que ceux retenus par WILTBANK et al., (1962 et 1964).

.../..

TABLEAU 14

INCIDENCE D'UNE RESTRICTION ALIMENTAIRE EN FIN DE GESTATION SUR L'APTITUDE AU VELAGE DES GENISSES

(Race Hereford) - WILTBANK et al. (1964)

NIVEAU ENERGETIQUE JOURNALIER (T.D.N. en lb/jour)		NOMBRE DE GENISSES	DIFFICULTES DE NAISSANCE (%)		POIDS A LA NAISSANCE (lb)		MORTALITE (%) DES VEAUX		RETENTION PLACENTAIRE (%)
			VEAUX MALES	VEAUX FEMELLES	VEAUX MALES	VEAUX FEMELLES	A LA NAISSANCE	PENDANT LA 1ère SEMAINE	
Normal (N)	8,0	140	43	30	73	67	8	3	7,1
Bas (B)	4,3	94	41	26	65	61	6	2	7,4
Différence (N-B)	+ 3,7 lb T D N	-	+ 2 %	+ 4 %	+ 8 lb	+ 6 lb	+ 2 %	+ 1 %	- 0,3 %

TABLEAU 15

INCIDENCE DES RESTRICTIONS ALIMENTAIRES AVANT ET APRES VELAGE SUR LA FERTILITE DES VACHES - WILTBANK et al. (1962,1964)

EXPERIENCE :	WILTBANK et al. (1962) N = 88 vaches				WILTBANK et al. (1964) N = 69 vaches		
NIVEAU AVANT VELAGE *	Bas (50 %)		Normal (100 %)		Bas (50 %)		
NIVEAU APRES VELAGE	Bas (50)	Normal (100)	Bas (50)	Normal (100)	Bas (75)	Normal (100)	Haut (150)
NOMBRE D'ANIMAUX	18	19	21	20	14	14	13
Intervalle vêlage-inv. utérine (j)	42	40	38	35	-	-	-
Intervalle vêlage-première chaleur (j)	52	65	43	48	73	49	72
Taux de fécondation (après 3 inséminations)	67 %	100 %	84 %	95 %	91 %	85 %	100 %
Nombre d'inséminations par fécondation	3,00	1,60	2,35	1,55	-	-	-
Intervalle vêlage-fécon.	62	75	58	51	80	67	75

* Les niveaux énergétiques sont définis par rapports aux normes du N.R.C. (100) de 1958.

TABLEAU 16

NIVEAU ENERGETIQUE DE LA RATION EN FIN DE GESTATION ET DIFFICULTES DE VELAGE (Hereford et Angus) - ABSHER et HOBBS (1968)

NIVEAU ENERGETIQUE		NOMBRE DE GENISSES	VELAGES ASSISTES (%)	NOTE MOYENNE DE DIFFIC.* DE VELAGE	GAIN MOYEN QUOTIDIEN DES VACHES (kg)
CLASSEMENT	TDN (kg/j)				
NORMAL	4,16	22	65,0	1,75	0,90
MOYEN	3,99	22	50,0	1,23	0,68
BAS	3,24	22	38,1	1,09	0,45

* variant de 1 (facile) à 4 (extrêmement difficile).

TURMAN et al. (1964) ont étudié également, sur 80 génisses Hereford, l'effet du niveau alimentaire, pendant les 5 derniers mois de gestation, sur les performances des génisses au vêlage et sur celles de leurs veaux. Les 2 régimes utilisés par ces auteurs entraînaient, dans un cas, le maintien du poids observé à l'automne (poids au début du traitement), dans l'autre une perte de poids de 20 % (Tableau 17). Les poids à la naissance sont significativement plus faibles ($P < 0,01$). La différence : 14 lb, est comparable à celle enregistrée par WILTBANK et al. (1962) ; si elle correspond à une réduction du taux de vêlage assistés, elle entraîne aussi une diminution importante du poids moyen des veaux au sevrage. Comme dans le cas des essais précédents, TURMAN et al. (1964) notent un effet dépressif sur la fertilité ultérieure, effet qui n'est pas compensé apparemment par une suralimentation après vêlage.

HIGHT (1966), sur 122 vaches Angus âgées de 3 - 8 ans, applique une restriction alimentaire plus sévère : 0,85 kg de foin par vache et par jour contre 8,5 kg pour le lot témoin mais pendant une période plus courte correspondant aux derniers mois de gestation. La diminution de poids moyen à la naissance est comparable à celle enregistrée précédemment (12 lb) mais elle s'accompagne d'un accroissement très important (de 6,6 à 42,6) du pourcentage de mortalité des veaux de la naissance au sevrage.

Ces résultats, homogènes dans l'ensemble, s'opposent à ceux de JORDAN et al. (1968, a, b) et de YOUNG (1968 b). Les premiers auteurs qui travaillent sur des effectifs très réduits (32 femelles Shorthon réparties en 4 lots) ne trouvent pas d'effet du régime alimentaire au cours des 5 derniers mois de gestation sur le poids de naissance. Quant au second, il applique à des femelles de race DEVON une restriction alimentaire limitée aux 2 semaines précédant le vêlage et compare dans cette optique 2 lots d'environ 30 génisses nourries les unes avec de l'ensilage de mauvaise qualité, les autres avec du foin de bonne qualité. Le premier lot correspond paradoxalement à un taux de vêlages assistés (24,1 %) supérieur à celui manifesté par le second. L'auteur attribue à un relâchement insuffisant des ligaments pelviens et à un mauvais engagement du foetus dans le détroit postérieur, les difficultés enregistrées pour le 1er lot. D'autres facteurs que le niveau alimentaire sont probablement à incriminer dans ce cas. D'ailleurs YOUNG (1970)

.../..

TABLEAU 17

NIVEAU ALIMENTAIRE EN FIN DE GESTATION ET DIFFICULTES DE VELAGE

TURMAN et al. (1964)

Niveau avant vêlage	BAS		HAUT	
Niveau après vêlage	BAS	HAUT	BAS	HAUT
Nombre de génisses	20	20	20	20
Poids des veaux à la naissance (lb)	62	63	77	75
Taux de vêlage assistés (%)	58	60	84	58
Intervalle vêlage - 1ères chaleurs (j)	92,6	70,4	63,6	55,6
Taux de femelles gestantes (%)	58	60	84	58
Poids au sevrage (lb)	358	376	408	432

a refait plus récemment, sur 90 génisses Aberdeen-Angus, cet essai de restrictions alimentaires avant le vêlage (vêlage à 2 ans et restriction 3 mois avant vêlage). Les femelles sont réparties en 2 lots : l'un alimenté avec du foin de mauvaise qualité (10 lb/jour) et l'autre avec du foin de bonne qualité (16 lb/jour) et des céréales.

L'auteur a ainsi constaté une différence significative $P < 0,01$ entre les deux lots en ce qui concerne le gain de poids des mères entre le début du traitement et le vêlage, le poids et l'ouverture pelvienne des génisses au vêlage, et enfin le poids à la naissance de leurs veaux (Tableau 18). Cependant il n'a pas trouvé d'effet significatif du niveau alimentaire sur les conditions de vêlage.

De l'ensemble de ces diverses expériences, nous pouvons dégager les idées suivantes :

1 - Chez les races à viande anglo-saxonnes étudiées (Hereford et Angus), la réduction du niveau énergétique de la ration au cours des 1 - 5 derniers mois de gestation entraîne :

a) - dans le cas des génisses une réduction significative du poids de naissance du veau sans ou avec légère baisse de taux de difficultés de vêlage (WILTBANK, 1964 ; TURMAN et al., 1964 ; ABSHER et HOBBS, 1968 ; YOUNG, 1970). Cela pourrait être expliqué par le fait que la réduction du poids à la naissance du veau ainsi produite s'accompagne, chez la mère, d'une mauvaise préparation du bassin au vêlage (YOUNG, 1968 b) et une réduction de ses dimensions (YOUNG, 1970). Par contre, du fait de sa maturité, le bassin des vaches adultes ne semble pas être affecté de telle manière par la restriction alimentaire en fin de gestation. En effet, HIGHT (1966) a retenu le fait de la réduction du poids à la naissance sans enregistrer des cas de vêlages dystociques malgré un régime alimentaire extrêmement sévère.

b) - dans le cas des génisses,des troubles de reproduction au cours du cycle ultérieur plus accentués (intervalle vêlage - 1ère chaleur ; % de femelles gestantes) par rapport aux vaches adultes (TURMAN et al., 1964 : génisses et WILTBANK et al. 1962, 1964 : vaches adultes).

.../..

TABLEAU 18

INCIDENCE DU NIVEAU ALIMENTAIRE AVANT VELAGE SUR LA CROISSANCE, LES DIMENSIONS DE L'OUVERTURE PELVIENNE DES MERES ET LE POIDS A LA NAISSANCE DE LEURS VEAUX

(YOUNG, 1970)

Niveau alimentaire :	Bas	Haut	Différence (Haut-Bas)	P
Nombre de génisses	46	44		
Nombre de veaux mâles	23	25		
Nombre de veaux femelles	18	14		
Gain de poids entre le début du traitement et le vêlage (lb ± écart-type)	- 83,0 ± 34,5	+ 85,1 ± 61,0	+ 168,1	0,01
Poids de la mère au vêlage (lb ± écart-type)	580,4 ± 63	748,8 ± 67	+ 168,4	0,01
Ouverture pelvienne au vêlage : (cm^2 ± écart-type)	227,4 ± 17,8	236,7 ± 14,4	+ 09,3	0,01
Poids à la naissance des veaux : (lb ± écart-type)				
Mâles	53,8 ± 1,13	59,3 ± 1,25	+ 05,5	0,01
Femelles	48,8 ± 1,48	54,1 ± 1,86	+ 5,3	0,02

2 - Les difficultés de vêlage peuvent également se manifester le plus souvent chez les génisses, aussi bien dans le cas d'un régime trop riche (PINNEY et al., 1961 ; TOTUSEK et al.,1961 ; TURMAN et al., 1964, 1965 ; WILTBANK et al. 1965 ; WILLIAMS, 1968) que dans le cas d'une sous-alimentation sévère (JOUBERT et VAN MARLE, 1959).

3 - La réduction alimentaire trop sévère peut avoir comme conséquence une baisse de vigueur et une mortalité plus grande des veaux. Cela est aussi bien valable pour les veaux issus de génisses (REID et al., 1964) que pour les veaux issus des vaches élevées dans des conditions de milieu très difficiles (HIGHT, 1966).

4 - En ce qui concerne les effets défavorables sur la fertilité ultérieure des femelles (WILTBANK et al., 1962, 1964 ; DUNN et al., 1964) les troubles enregistrés sont en général plus réduits que ceux liés à des déficiences en minéraux ou vitamines à moins évidemment qu'il ne s'agisse d'une carence nutritionnelle grave et prolongée.

5 - Les difficultés de vêlage peuvent aussi se manifester en cas d'insuffisance de vitamine A (ROBERTS,1956) et de phosphore (ASDELL, 1949, 1955) dans la ration donnée aux femelles gestantes.

3.2.2.2. Mode de conduite.

Nous savons (SCHMIDT, 1948) que l'exercice entraîne chez les femelles gestantes un raccourcissement de la durée de gestation et par voie de conséquence une diminution du poids à la naissance. C'est ce que l'on observe souvent chez les animaux entretenus au pré en été et en stabulation libre par rapport à ceux qui sont attachés ou entravés l'hiver (SIGNORET et al., 1956). Cette observation, jointe au fait que les animaux en liberté ont une adiposité moindre et un système musculaire moins flasque (BALIKA, 1965), conduirait à prévoir une fréquence plus réduite des difficultés de vêlage dans le cas de ce mode de conduite. Or, les travaux d'EKESBO (1966) effectués sur races laitières suédoises ne confirment pas ce point de vue : cet auteur analysant plus de 1000 cas de dystocie ne trouve pas de différence dans la fréquence de ces cas suivant qu'il s'agit d'un élevage au pré, en stabulation libre ou en stabulation entravée.

.../..

Les expériences relatives à l'incidence de l'alimentation et du mode d'élevage sur les difficultés de vêlage des femelles en particulier des génisses de races à viande et sur leurs performances ultérieures sont très limitées en définitive. Ce problème est pourtant fondamental, la sélection présentant dans ce domaine des limites que nous apercevrons plus loin.

3.3. - Actions intrinsèques.

Par ce vocable nous entendons les actions dépendant de l'animal lui-même (la mère et le veau) mais sur lesquelles la sélection ne peut (ou peut difficilement) s'exercer.

3.3.1. - Age de la mère.

L'âge de la mère intervient simultanément sur les deux composantes de l'aptitude au vêlage - composantes dont les variations en fonction de l'âge ne sont pas exactement comparables et peuvent entrainer dans certains cas des desharmonies engendrant des difficultés de vêlage. Nous étudierons successivement l'effet de l'âge sur les conditions de vêlage puis sur chacune des deux composantes.

Il est un fait d'évidence (REYNEKE et PENZHORN, 1964 ; NAUDE, 1967) (Tableau 19) que l'âge moyen des femelles vêlant difficilement est nettement inférieur à celui des vaches dont le vêlage est facile. En fait, la grande majorité des vêlages dystociques correspond à la première parturition :(WHEATON-SMITH, 1959 ; BEN DAVID, 1960 ; AURIOL et al., 1961 ; DONALD, 1963 ; BELIC et al., 1968 ; MORTEN, 1968 ; MONTEIRO, 1969 ; COUTEAUDIER, 1970), les résultats de ROWDEN (1970) indiquent notamment la supériorité du taux de vêlages difficiles pour le premier vêlage à 2 ans par rapport aux vêlages consécutifs à trois, quatre et cinq ans (Tableau 20). Nous sommes ainsi amenés à discuter séparément l'effet de l'âge au premier vêlage, des variations relatives aux vêlages ultérieurs pour lesquels l'âge est caractérisé par les auteurs d'après le rang de vêlage.

.../..

TABLEAU 19

AGE MOYEN DES VACHES EN FONCTION DE LEURS CONDITIONS DE VELAGE

REFERENCE	TYPE D'ACCOUPLEMENT (Mâle × Femelle)	AGE MOYEN / MOIS		
		VELAGE FACILE	VELAGE DIFFICILE	DIFFERENCE
REYNEKE ET PENZHORN (1964)	Charolais × Pie Noire	58,9	51,8	+ 7,1
	Charolais × Pie-Noire	75,4	72,5	+ 2,9
NAUDE (1967)	Pie-Noire × Pie-Noire	88,0	72,3	+ 15,7

TABLEAU 20

COMPARAISON ENTRE PREMIER VELAGE A 2 ANS ET VELAGES CONSECUTIFS POUR LE TAUX DE VELAGES DIFFICILES : ROWDEN (1970)

RACE DU PERE	I			II			I - II	
	n	Poids de naissance (kg)	* Difficultés de vêlage %	n	Poids de naissance (kg)	Difficultés de vêlage %	Poids de naissance (kg)	Difficultés de vêlage %
HE	70	26,1	06	61	29,1	0	- 3,0	+ 06
AN	81	29,8	38	63	32,7	2	- 2,9	+ 36
HE	75	31,3	37	70	33,2	4	- 0,9	+ 33
SD	48	32,5	50	31	35,7	6	- 3,2	+ 44
LI	63	33,7	71	86	37,0	10	- 3,3	+ 61
SI	33	34,6	64	137	38,5	12	- 3,9	+ 54
CC	43	34,8	70	130	38,9	16	- 4,1	+ 54

I : Veaux issus des génisses Angus et Hereford âgées de 2 ans
II : Veaux issus des vaches Angus et Hereford âgées de 3, 4 et 5 ans
* : Vêlages très difficiles + césariennes + présentations postérieures

JE : HERSEY
HE : HEREFORD
SI : SIMMENTAL
AN : ABERDEEN ANGUS
LI : LIMOUSINE
CC : CHAROLAISE
SD : SOUTH DEVON

3.3.1.1. - Age au premier vêlage.

Les variations d'âge au premier vêlage dans une population de bovins à viande pour laquelle on recherche à grouper les mises-bas à une saison donnée (Janvier, Février, Mars dans l'hémisphère Nord) sont de deux ordres : il s'agit soit de variations discontinues sur un an (vêlages à 2 ans ou à 3 ans), soit de variations continues de part et d'autre de ces deux vêlages moyens. En fait, dans le premier cas notamment, l'effet de l'âge est confondu partiellement avec un effet des conditions nutritionnelles, les génisses destinées à un vêlage précoce étant suralimentées dans leur jeune âge. Dans le cas des bovins laitiers ce phénomène de saisonnement des mises-bas étant moins net on assiste surtout à une variation d'âge du second type.

En ce qui concerne les variations de conditions de vêlage à 2 et 3 ans, POPE et al. (1955), WILTBANK (1964) et ANDERSON (1968) constatent que les difficultés diminuent avec l'âge (Tableau 21). Bien que n'ayant pas réalisé comme les auteurs précédents des essais comparables entre les 2 âges ci-dessus, TURMAN et al. (1964 et 1965) observent un pourcentage de vêlages dystociques (vêlages difficiles et césariennes) élevé dans le cas de vêlages à 2 ans de génisses Hereford : 58 à 84 % sur 80 animaux et 27 % sur 105 animaux. En race Charolaise, nous observons des résultats similaires quand nous rassemblons les principaux résultats concernant les vêlages à 2 et 3 ans (Tableau 22) : le taux d'interventions chirurgicales au vêlage double approximativement lorsque l'on diminue d'un an l'âge au premier vêlage. Pour expliquer ce phénomène, les auteurs invoquent, les uns le manque d'efforts expulsifs des génisses de 2 ans (JACKSON, 1963), les autres la taille insuffisante du bassin de la mère vis à vis des dimensions du veau (MOORE, 1954). En effet BELLOWS (1966) trouve respectivement des dimensions d'ouverture pelvienne de 234 et 295 cm2 à 2 ans et 3 ans (rapport de 0,79) alors que les rapports de poids à la naissance entre ces 2 âges au vêlage seraient de l'ordre de 0,90 à 0,95 (ANDERSON,1968). DERIVAUX et al., 1964 trouvent en fait en race de Moyenne et Haute Belgique des valeurs moyennes d'ouverture pelvienne beaucoup plus comparables : 325 et 342 cm2, dans une race, il est vrai, dont le développement corporel est plus tardif que celui des races Angus et Hereford concernées dans l'étude de BELLOWS, 1966.

.../..

TABLEAU 21

VARIATIONS DU TAUX DE VELAGES DIFFICILES DES GENISSES SELON LEUR AGE AU PREMIER VELAGE :
2 ou 3 ans (races à viande anglo-saxonnes)

REFERENCE	2 ANS		3 ANS	
	EFFECTIF	TAUX DE VELAGES DIFFICILES (%)	EFFECTIF	TAUX DE VELAGES DIFFICILES (%)
POPE et al. (1955)		43,0		4,6
ANDERSON (1968)	378	42,1	344	17,4
WILTBANK (1964)	201	21,3	306	5,5

TABLEAU 22

VARIATIONS DU TAUX DE VELAGES DIFFICILES AVEC L'AGE AU PREMIER VELAGE EN RACE CHAROLAISE

REFERENCE	PREMIER VELAGE A : 2 ANS			3 ANS			VELAGE AUTRE QUE LE PREMIER		
	EFFECTIF	% D'ASSISTES	% CESAR. + EMBRY.	EFFECTIF	% ASSISTES	% CESAR. +EMBRYOT.	EFFECTIF	% ASSISTES	% CESAR. +EMBRYOT
En élevages de race pure :									
S.C.P.E.N. (1965)	43	48,8 %	18,5 %	1317	21,6 %	7 %	4916	5,2 %	1,0 %
COUTEAUDIER (1970)	-	-	-	38	50 %	10 %	188	10 %	1 %
AURIOL et al. (1961)				218	21,1	8,7 %			
En Station de testage :									
1ère Série (REGIS, 1969)	71	25,5 %	14,0 %	-	-	-	-	-	-
2ème Série (MENISSIER, 1970)	131	23,7 %	18,3 %	-	-	-	-	-	-
3ème Série (MENISSIER, 1970)	126	26,2 %	36,5 %	-	-	-	-	-	-

Les études sur les variations continues de l'âge au premier vêlage concernent surtout les génisses de races laitières (Tableau 23). VAN DIETEN (1963) ; ELVIN (1965) et YOUNG (1968 a) ne trouvent pas d'effet significatif de l'âge au premier vêlage sur les difficultés de vêlage. Il en est de même pour MOORE (1956) qui interprète ce résultat par la faible variance des âges de son échantillon. ABSHER et HOBBS (1968) enregistrent sur 63 génisses Hereford et Angus conduites en vue d'un vêlage à 2 ans, 64 % et 41 % respectivement de vêlages difficiles avant et après cet âge moyen. De même WICKERSHAM et SCHULTZ (1963) ; AMIR et al. (1968) (Tableau 23) notent, le premier sur génisses Pie-Noire, le second sur un cheptel dont la race n'est pas précisée, un accroissement important du taux de vêlages difficiles au-dessous de 20-21 mois. Pour le second auteur la fréquence des vêlages difficiles est pratiquement nulle au-dessus de cet âge. Il convient enfin de signaler le résultat paradoxal de DREYER et SMIDT (1966) (Tableau 23) qui trouvent, eux, une liaison positive entre l'âge au 1er vêlage et les difficultés de vêlage : ce résultat relatif à des génisses en moyenne plus âgées que celles des échantillons précédents conduirait à penser que dans le cas des races laitières concernées dans ces études il existe un seuil correspondant à un taux de vêlages difficiles minimum. En deçà de ce seuil, l'ouverture pelvienne des femelles n'est pas suffisante pour que l'expulsion du foetus soit assurée normalement ; au-delà le développement musculaire et l'embonpoint de la femelle, d'autant plus importants que cette dernière est plus âgée, constitueraient également un handicap au moment du vêlage. Nous manquons en fait de renseignements pour analyser les variations respectives des composantes anatomiques de l'aptitude au vêlage dans l'intervalle d'âges considérés ainsi que l'incidence d'autres facteurs tels que la durée de gestation et le format de la femelle directement influencés par son âge.

3.3.1.2. - Rang de vêlage.

Comme nous l'avons vu précédemment le taux de vêlages difficiles est réduit de plus de 50 % du 1er au 2ème vêlage c'est-à-dire dès l'âge de 3 à 4 ans (Tableau 24) ; il reste ensuite constant avec le rang de vêlage, les dystocies observées correspondant moins fréquemment que pour les 1ers vêlages à des cas d'incompatibilité morphologique (11,0 % contre 32,5 % des dystocies) et à des anomalies des organes génitaux (0,93 % contre 10,8 %) mais par contre plus fréquemment à des anomalies de position et de présentation (MORTEN, 1968). BELIC et al. (1968) indiquent que cette baisse du taux de difficultés du 1er au 2ème vêlage

.../..

TABLEAU 23

LIAISON ENTRE L'AGE AU PREMIER VELAGE (CLASSE D'AGE) ET LE TAUX DE VELAGES DIFFICILES (%)

REFERENCE	CLASSE 1		CLASSE 2		CLASSE 3		CLASSE 4	
	AGE MOYEN (mois)	%	AGE MOYEN (mois)	%	AGE MOYEN (mois)	%	AGE MOYEN (mois)	%
DREYER et SMIDT (1966)	24	12,9	25-30	15,6	31-34	18,8	+ 34	21,9
WICKERSHAM et SCHULTZ (1963)	20,3	88,0	24,2	55,0	27,9	56,0	-	-
AMIR et al.(1968) (*)	15,6	33,0	17,6	28,0	20,3	25,0	21,2	10,0

(*) Les âges moyens au vêlage sont estimés à partir de l'âge moyen à la mise à la reproduction (+ 9 mois) ; la fréquence de vêlages difficiles est nulle au-delà de 21-22 mois.

TABLEAU 24

EFFET DU RANG DE VELAGE SUR LES DIFFICULTES DE VELAGE

RANG DE VELAGE / REFERENCE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AURIOL et al. (1961) (CC)*	(218)+ 29,9x	(172) 11,0	(122) 8,1	(100) 7,0	(77) 9,1	(60) 8,3	(49) 10,1	(37) 5,4	(27) 11,1	(36) 11,1
COUTEAUDIER (1970) (CC)*	(38) 60 %	⟶			(188) 11 %		⟵			
BEN DAVID (1960) (PN)	(109) 44	(88) 17								
DONALD (1963) (PN, AY, JE)	(696) 4,02	(1306) 1,83								
MONTEIRO (1969) (PN, AY, JE)	(261) 19,9	(197) 4,1)								

* 1er vêlage à 3 ans

\+ effectif

x % vêlages difficiles et césariennes

CC : CHAROLAISE
PN : PIE-NOIRE
AY : AYRSHIRE
JE : JERSEY

fait intervenir des facteurs autres que ceux liés aux dimensions du veau (poids à la naissance et durée de gestation notamment). DREYER et SMIDT (1966) montrent de leur côté que le taux de vêlages difficiles est plus élevé chez les génisses que chez les vaches adultes quand on fixe soit le poids à la naissance, soit la durée de gestation, soit le père des veaux (Tableau 25). A poids de naissance équivalents, les taux de vêlages difficiles sont 3 à 4 fois plus élevés chez les génisses que chez les vaches.

Si ce poids augmente en effet du 1er vêlage (2 à 3 ans) jusqu'à 5 - 10 ans suivant les auteurs (TSATSKIN, 1953 ; DAWSON et al., 1947 ; BURRIS et BLUNN, 1952 ; KUMAZAKI et MATSUO, 1967) d'environ 10 %, les dimensions de l'ouverture pelvienne s'accroissent en général d'une quantité supérieure (Tableau 26). Cet accroissement pendant la période de 3 ans à 5 ans et plus est de l'ordre de 11 % dans les races laitières à petite taille : 11,6 % Rouge Danoise, 11 % Jersey ; NIELSEN - 1965 ; 11,8 % Brune des Alpes ; BOULDOIRE, 1970. En race Pie-Noire l'accroissement est de 12 % au Danemark (NIELSEN, 1965) ; 15,3 % en Israël (BEN DAVID, 1960) et 17,8 % en France (BOULDOIRE, 1970).

En race mixte, l'accroissement passe de 28,6 % dans la race Normande (dominance laitière) (BOULDOIRE, 1970) à 40,3 % dans la race Moyenne et Haute Belgique (dominance viande) (DERIVAUX et al., 1964). Dans la race Charolaise, cet accroissement atteint 22,4 % (COUTEAUDIER, 1970).

De leur côté, MOINE, 1967 ; BOULDOIRE, 1970 ; COUTEAUDIER, 1970, constatent une augmentation des dimensions du détroit pelvien antérieur avec l'âge ou le rang de vêlage sur des femelles de races françaises : cette angmentation affecterait surtout la largeur bis-iliaque (Tableau 27). En outre la disparition de la tubérosité antérieure de la symphyse pubienne avec l'âge (NIELSEN, 1965 ; DEGHILAGE, 1911 ; DERIVAUX et al. 1964), n'est pas prise en considération dans les mesures. Cette tubérosité se présente chez les génisses sous la forme d'une excroissance dont le bord supérieur tranchant constitue une gêne au moment du vêlage. Ses dimensions passent, d'après DERIVAUX et al. (1964) de 5 cm à l'âge de 2 ou 3 ans, 3,7 cm à 4 ans et 3,1 cm à 5 ans. Cette transformation fait partie de l'ensemble des remaniements du tissu osseux avec l'âge : le tissu osseux spongieux très abondant chez le jeune animal se présente sous forme d'excroissances. Avec l'âge, les lames de tissus compact augmentent d'épaisseur, se rapprochent l'une de l'autre pendant que le

.../..

TABLEAU 25

VARIATIONS DU POURCENTAGE DE VELAGES DIFFICILES DU PREMIER VELAGE AUX VELAGES ULTERIEURS (Race Pie-Noire) : DREYER et SMIDT (1966)

BASE DE COMPARAISON		VELAGES DIFFICILES (%)	
		GENISSES	VACHES
Poids à la naissance (kg)	moins de 32	9,1	4,7
	32,1 - 34,0	12,0	3,5
	34,1 - 36,0	8,6	2,5
	36,1 - 38,0	9,4	2,4
	38,1 - 40,0	20,5	5,7
	40,1 - 42,0	38,2	10,4
	42,1 - 45,0	53,4	17,2
	plus de 45	87,5	33,7
Durée de gestation (j)	moins de 270	9,6	6,1
	271 - 275	15,0	6,3
	276 - 278	14,4	7,9
	279 - 280	23,5	10,3
	291 - 293	22,8	10,9
	plus de 293	27,2	15,5
Numéro de taureaux (père des veaux)	17	38,3	16,9
	35	29,4	16,7
	01	14,3	25,0
	33	21,8	6,9
	34	27,8	4,9
	05	10,4	6,2
	21	9,1	2,6
	28	6,3	0,0

TABLEAU 26

VARIATIONS DES DIMENSIONS DES DETROITS PELVIENS EN FONCTION DE L'AGE DES FEMELLES

	MESURE	AGE (ans) *												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	I	II
Race laitière													
NIELSEN (1965) PN	O.P. (cm^2)		358	(29)	(401)		(210)					-	12,0
(Danoise) RD			362	(23)	404		216					-	11,6
		Génisses			Adultes								
			307	(21)	(341)		(208)					-	11,0
BEN DAVID (1960) PN (Israëlienne)	Périmètre du détroit antérieur (cm).			(100) 64,4	(100) 70,7	(100) 75,4	(100) 76,9					-	15,3
	Périmètre du détroit postérieur (cm).			56,5 1er vêlage	59,7 2ème vêlage	59,7 3ème vêlage	59,7 4ème vêlage					-	5,6
BOULDOIRE (1970) PN (Française)	O.P. (cm^2)			(21) 281,6	(17) 298,7	(8) 336,2	(4) 320,9	(7) 328,9	(15) 329,2		(28) 381,1		17,8
BA				(7) 293,7	(11) 308,3	(6) 322,1	(4) 330,6	(4) 335,0	(4) 357,2		(22) 344,9		11,8
Races mixtes BOULDOIRE (1970) NO	O.P. (cm^2)			(5) 284,9	(14) 339,1	(9) 372,6	(5) 371,8	(6) 366,2	(13) 368,6		(15) 371,4		28,6
DERIVAUX et al. (1964) MHB	O.P. (cm^2)		(74) 325	(17) 342	(8) 423		(11) 480					5,2	40,3
						3 ans et plus							
Races à viande BELLOWS, 1966 AN;HE	O.P. (cm^2)		234	295								26,0	
COUTEAUDIER (1970) CC	O.P. (cm^2)	(79) 163	(107) 248	(39) 339	(35) 388	(24) 394,8	(34) 420,2	(37) 427,0	(23) 410	(17) 426,1	(16) 444	36,6	22,4

* pour chaque âge donné figure la valeur moyenne de la variable estimée et l'effectif (entre parenthèses)

I = (mesure à 2 ans - mesure à 3 ans) / mesure 3 ans %

II = (mesure à 3 ans - mesure à 5 ans et plus) / mesure à 3 ans %

MHB : MOYENNE ET HAUTE BELGIQUE
NO : NORMANDE
PN : PIE NOIRE
RD : ROUGE DANOISE
JE : JERSEY
BA : BRUNE DES ALPES
AN : ABERDEEN ANGUS
HE : HEREFORD
CC : CHAROLAISE

TABLEAU 27

EVOLUTION DU RAPPORT HSP/LBIM EN FONCTION DE L'AGE

AUTEUR	BOULDOIRE (1970) (abattoir)										COUTEAUDIER (1970) (ferme)	
RACES	BRUNE DES ALPES		PIE-NOIRE		NORMANDE		TOTAL		CHAROLAISE	
AGE	n	HSP/LBIM	n	HSP/LBIM	n	HSP/LBIM	n	HSP/LBIM	n	HSP/LBIM
1 an									79	1,20
2 ans			02	1,00			02	1,00	107	1,16
3 ans	07	1,13	21	1,13	05	1,04	33	1,12	39	1,13
4 ans	11	1,09	17	1,08	14	1,12	42	1,09	35	1,13
5 ans	06	1,08	08	1,08	09	1,10	23	1,08	24	1,12
6 ans	04	1,06	04	1,11	05	1,10	13	1,09	34	1,11
7 ans	04	1,06	07	1,09	06	1,12	17	1,09	37	1,11
8 ans	04	1,10	15	1,08	13	1,09	32	1,08	23	1,11
9 ans									17	1,12
10 ans	22	1,09	28	1,08	15	1,11	65	1,09	16	1,15

tissu spongieux se raréfie ; il s'ensuit un accroissement important des diamètres du bassin. Les pubis sont, à cet égard, les pièces qui s'amenuisent le plus (ARLOING, 1868). Rappelons que BARONE (1965) donne l'ossification du bassin, celle en particulier de la symphyse pubienne comme rarement complète chez la vache avant l'âge de 5 ans.

3.3.1.3. - Conclusion.

L'effet de l'âge sur les conditions de vêlage est en définitive fonction du développement corporel de l'animal. Si nous voulions le préciser, pour un génotype donné, il faudrait connaître les équations fixant les variations en fonction de l'âge, de l'ouverture pelvienne d'une part, du poids ou mieux des mesures de section transversale du veau d'autre part. Nous disposons en fait, comme nous l'avons vu, de renseignements très fragmentaires sur ce sujet.

3.3.2. - Sexe du veau.

La plupart des auteurs enregistrent un pourcentage de vêlages difficiles plus élevé pour les veaux mâles que pour les veaux femelles (Tableau 28). Nous obtenons par ailleurs, des coefficients de corrélation hautement significatifs ($P < 0,01$) entre le sexe du veau (1 pour les mâles, 2 pour les femelles) et la note de difficulté de vêlage : - 0,47 en race Hereford, et - 0,26 en race Angus (BELLOWS et al., 1969) et - 0,39 en race Angus (RICE, 1969).

Ce résultat est évidemment à rapprocher de la différence de poids à la naissance entre veaux mâles et femelles (Tableau 28) : FITCH et al., 1924 ; HIRIDOGLOU et al. 1966 ; BOSMAN et HARWIN, 1966 ; PLASSE et KOGER, 1967 ; KUMAZAKI et MATSUO, 1968 ; BROWN et GALVEZ, 1969. Cet écart qui est de l'ordre de 2,50 kg en moyenne s'explique, pour 10 % d'après BURRIS et BLUNN (1952), par la différence de durée de gestation qui est de 1 à 4 jours en moyenne. En fait, si nous considérons comparativement les différences entre sexes de poids à la naissance (en kg) et de durée de gestation (en j.) (Tableau 28), il semble que ces différences soient comparables ; or si nous considérons que le coefficient de régression du poids sur la durée de gestation est compris entre + 166 g/j et + 450 g/j (revue bibliographique de BOUGLER et DERVEAUX, 1969), nous pouvons penser que la durée de gestation explique entre 20 et 40 % des différences de poids à la naissance entre sexes.

.../..

TABLEAU 28

EFFET DU SEXE DES VEAUX SUR LES DIFFICULTES DE VELAGE

REFERENCES	RACES OU CROISEMENTS PERE×MERE	AGE (X)	DUREE DE GESTATION (en jours)			POIDS DE NAISSANCE (en kg)			DIFFICULTES DE VELAGE (%)		
			MALES	FEMELLES	(MALES-FEMELLES)	MALES	FEMELLES	(MALES-FEMELLES)	MALES	FEMELLES	(MALES FEM.)
Races laitières											
VAN DIETEN (1963)	Hollandaise	G	279,16	276,80	+ 2,36	38,83	36,35	+2,48	20,8	15,3	+ 5,
DREYER et SMIDT (1966)	PN × PN	V+G							13,2	5,4	+ 7,
NAUDE (1967)	PN × PN	V	276,0	277	- 1,0	83,01b	79,31b	+3,71b	23,3	14,5	+ 8,
NAUDE (1967)	JE × JE	V	277	277	0	51,0	51,0	0	0	0	0
BELIC et al. (1968)	RD × RD	G	280,17	279,45	+0,72	36,87	34,62	+2,25	12,70	10,13	+ 2,
Races à viande											
AURIOL et al. (1961)	CC × CC	V+G				98,5	46,3	+2,2	20,8	15,3	+ 5,
REGIS (1969)	CC × CC	G	286	283	+3,00	41,20	36,50	+4,70	62,80	16,66	+46,
BELIC et MENISSIER (1968)	CC × CC	V				46,05	41,93	4,12	2,80	0,10	+ 2,
	LI × LI	V							6,90	0,0	+ 6,
Races à viande × rustiques	Races										
BELIC et MENISSIER (1968)	CC × AA	V				41,23	38,47	+2,76	3,08	0,0	+ 3,
	CC × SA	V				43,13	41,28	+1,85	3,81	1,42	+ 1,

TABLEAU 28 (suite)

EFFET DU SEXE DES VEAUX SUR LES DIFFICULTES DE VELAGE

REFERENCES	RACES OU CROISEMENTS PERE×MERE	AGE (X)	DUREE DE GESTATION (en jours)			POIDS DE NAISSANCE (en kg)			DIFFICULTES DE VELAGE (%)		
			MALES	FEMELLES	(MALES-FEMELLES)	MALES	FEMELLES	(MALES-FEMELLES)	MALES	FEMELLES	(MALES-FEM.)
races à races Viande × Laitières											
Vet.Clin.Obs.Unit (1963)	CC×races britanniques	V+G							47,0	10,0	+37,0
CROWLEY (1965)	CC×races britanniques	V+G							34,0	24,8	+09,2
HANSEN (1966)	CC × JE	V+G	283,0	282,5	+ 0,5	38,70	35,05	3,65	20,14	10,55	+ 9,59
NAUDE (1967)	CC × PN	V	280,0	276,0	+4,0	42,48	39,24	3,24	43,50	25,0	+18,50
BELIC ET MENISSIER (1968)	CC × PN CC × PR	V V				47,18 49,14	42,49 45,05	4,69 4,09	8,79 6,18	2,50 2,78	+ 6,29 + 3,40
races à races à Viande × Viande											
SAGEBIEL et al.(1969)	CC × HE CC × AN	V+G V+G							25,0 40,7	10,7 31,6	+14,3 + 9,1
WILTBANK (1964)	AN × HE HE × AN	G G							41,0 23,0	14,0 8,0	+27,0 +15,0
races races Lait.× Laitières											
NAUDE (1965)	BA × JE	V	282	281	+1,0	70,41b	62,61b	1[illegible],61b	20,0	0	+20
BELIC et al.(1968)	PN × RD	G	279,10	275,68	3,42	30,67	28,00	2,67	20,00	13,64	+ 6,36

TABLEAU 28 (suite)

EFFET DU SEXE DES VEAUX SUR LES DIFFICULTES DE VELAGE

REFERENCES	RACES OU CROISEMENTS PERE×MERE	AGE (X)	DUREE DE GESTATION (en jours)			POIDS DE NAISSANCE (en kg)			DIFFICULTES DE VELAGE (en %)		
			MALES	FEMELLES	(MALES-FEMELLES)	MALES	FEMELLES	(MALES-FEMELLES)	MALES	FEMELLES	(MALES-FEMELLES)
races Mixtes× races Laitières											
BELIC et al. (1968)	SI × RD	G	284,32	282,14	2,18	38,64	35,86	2,78	34,34	22,83	+11,51
NAUDE (1967)	SI × JE	V	279,0	281,0	-2,0	66.91b	61,51b	5,41b	11,8	5,0	+ 6,8
NEWMAN (1970)	SI × SH	V	284,5	282,4	2,1	41,3	35,82	5,31	34,0	20,0	+14,0
races Mixtes× races à Viande											
NEWMAN (1970)	SI × HE		287,3	284,7	2,6	37,12	33,07	4,05	8,0	0	+ 8,0
	SI × AN		287,2	280,9	6,3	39,73	37,54	2,29	4,0	0	+ 4,0

(X) V : Vache G : Génisse

PN : PIE-NOIRE
JE : JERSEY
RD : ROUGE DANOISE
PR : PIE ROUGE
BA : BRUNE DES ALPES

CC : CHAROLAISE
LI : LIMOUSIN E
AN : ABERDEEN ANGUS
HE : HEREFORD
SH : SHORTHORN

AA : AUBRAC
SA : SALERS
SI : SIMMENTAL

Par ailleurs, l'écart de poids ne suffit pas, à lui seul, à expliquer les différences de condition de vêlage entre sexes : en fixant l'ouverture pelvienne des mères et le poids à la naissance des veaux, BELLOWS et al. (1969) obtiennent des coefficients de régression partiels standards des difficultés de vêlage sur le sexe qui sont de - 0,126 ($P < 0,01$) en race Hereford et de - 0,13 ($P < 0,10$) en race Angus. Ces coefficients indiquent qu'à poids égal les difficultés de vêlage restent plus élevées avec les veaux mâles. BELIC et MENISSIER (1968) obtiennent un résultat équivalent tout au moins pour les veaux de poids moyen (Figure 15) à partir des populations de femelles de races rustiques et mixtes soumises au croisement avec des taureaux charolais dans le Centre et le Sud-Ouest de la France. Ils interprètent cela par la morphologie particulière des veaux mâles qui, à poids égal, présentent au niveau de la tête, des os longs et au niveau du tronc des dimensions transversales supérieures. C'est également l'avis de VANDEPLASSCHE et al. (1965). Ces résultats ne concordent pas par contre avec les conclusions de nombreux auteurs qui remarquent que le poids moyen à la naissance de veaux mâles issus de vêlages faciles est identique (AURIOL et al., 1961 ; WHEATON-SMITH, 1959) ou même supérieur (NAUDE, 1967 ; BELIC et al., 1968) à celui des veaux femelles issus d'un vêlage difficile ou assisté (Tableau 29). Les veaux femelles auraient donc, à poids égal, une naissance plus laborieuse que les veaux mâles. AURIOL et al. (1961) attribuent cela à une densité corporelle supérieure des seconds qui auraient de ce fait un volume et un encombrement corporel plus réduits. Une étude plus précise des dimensions transversales des veaux issus de vêlages d'un même type serait nécessaire pour trancher entre ces divers résultats globaux relatifs au poids de naissance. Or BEN DAVID (1964 a) dans une telle étude, ne trouve aucune différence entre les mesures circulaires transversales de veaux mâles et femelles issus d'un même type de vêlage.

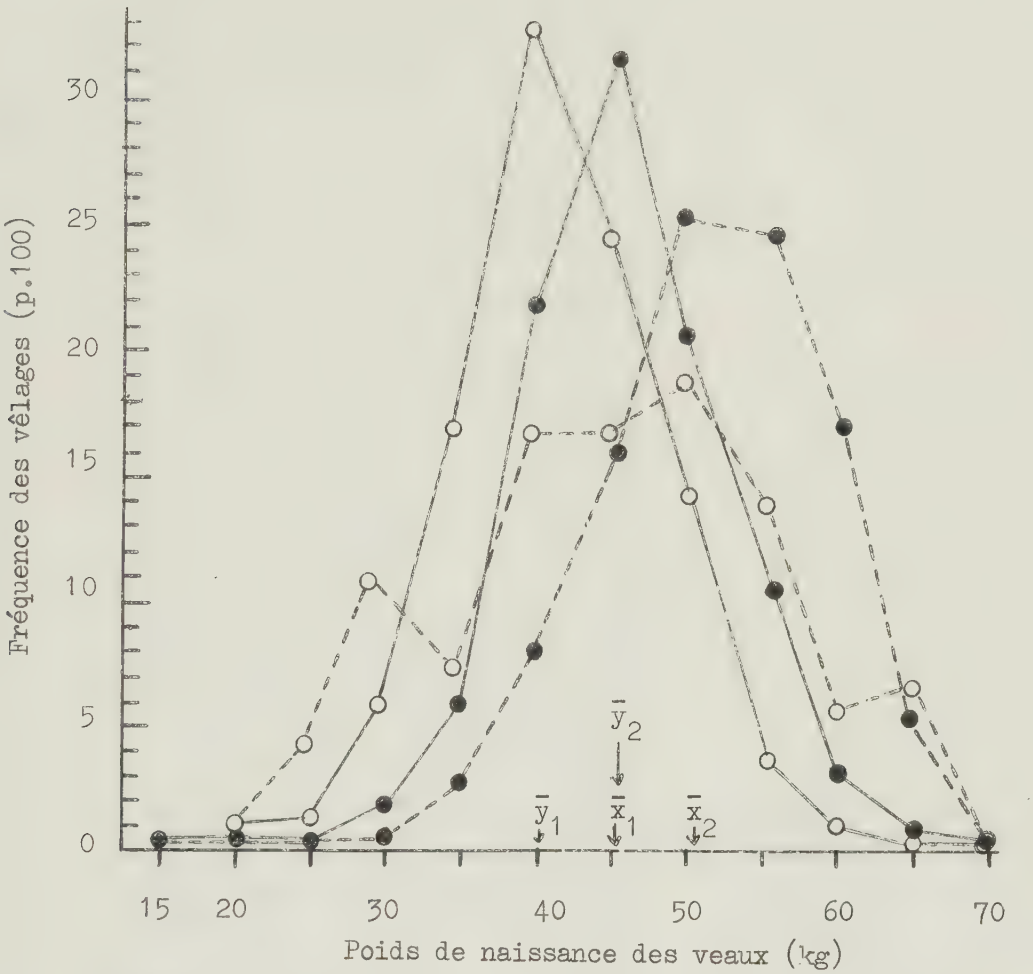
3.4. - Variations génétiques.

Les études relatives aux influences génétiques sur les difficultés de vêlage peuvent être classées suivant qu'elles concernent les différences entre races ou à l'intérieur des races. Dans chaque cas, de nombreux auteurs ont essayé de décomposer les effets liés au génotype paternel sur le format et la morphologie du veau de ceux dépendant du génotype maternel et qui interviennent en outre sur les

.../..

FIGURE 15

DISTRIBUTION DES POIDS DE NAISSANCE DES VEAUX CROISES CHAROLAIS, SITUANT LEUR SEXE ET LEUR CONDITION DE VELAGE (d'après BELIC et MENISSIER, 1968)



Veaux mâles, vêlages types : 1 + 2, Poids moyen : $\bar{x}_1$ = 45,6 kg

Veaux mâles, vêlages types : 3 + 4, Poids moyen : $\bar{x}_2$ = 51,8 kg

Veaux femelles, vêlages types : 1 + 2, Poids moyen : $\bar{y}_1$ = 41,6 kg

Veaux femelles, vêlages types : 3 + 4, Poids moyen : $\bar{y}_2$ = 45,6 kg

TABLEAU 29

POIDS A LA NAISSANCE DES VEAUX MALES ET FEMELLES SUIVANT LES CONDITIONS DE VELAGE

REFERENCE	NOMBRE D'OBSERVATIONS	RACE OU CROISEMENT PERE × MERE	VELAGE DIFFICILE			VELAGE FACILE		
			MALES	FEMELLES	MALES - FEMELLES	MALES	FEMELLES	MALES - FEMELLES
AURIOL et al. (1961)	898	CC × CC	50 kg	45 kg	+ 5 kg	45,0 kg	42,4 kg	2,6 kg
WHEATON-SMITH (1959)	775	CC × CC	113,7 lb	104,8 lb	08,9 lb	102,2 lb	94,0 lb	08,2 lb
NAUDE (1967)	43	CC × PN	99,3 lb	90,8 lb	8,5 lb	90,6 lb	85,9 lb	4,7 lb
	85	PN × PN	84,7 lb	79,8 lb	4,9 lb	82,5 lb	79,2 lb	3,3 lb
BELIC et al. (1968)	235	PN × RD	34,0 kg	30,0 kg	4,0 kg	34,3 kg	32,9 kg	1,4 kg
	228	SI × RD	37,7 kg	35,0 kg	2,8 kg	36,7 kg	34,5 kg	2,2 kg

CC : CHAROLAISE
PN : PIE-NOIRE
RD : ROUGE DANOISE
Si : SIMMENTAL

dimensions de l'ouverture pelvienne. Cela a été obtenu, le plus souvent, par la comparaison de différentes races ou génotypes paternels utilisés sur une même race ou génotype maternel, ou inversement. Nous disposons beaucoup plus rarement de plans factoriels de croisement permettant d'étudier simultanément ces deux types d'effets entre races (MONTEIRO, 1969 ; SAGEBIEL et al., 1969 ; WILTBANK, 1964 ; KLOSTERMAN et al., 1968) ou entre types morphologiques (VISSAC et al., 1971).

3.4.1. - Différences entre races.

3.4.1.1. - Comparaisons globales des races.

Ces comparaisons ressortent en général d'enquêtes effectuées dans le cadre d'organismes de contrôle de performances (MILK MARKETING BOARD, 1960 ; VANDEPLASSCHE et al., 1965 ; HANSET, 1967 ; S.C.P.E.N., 1965 ; AURIOL et al., 1959), où à l'occasion d'expériences destinées à comparer divers types de croisements, (NIELSEN, 1965 ; NAUDE, 1967 ; WILTBANK, 1964 ; LOPEZ SAUBIDET et al., 1963 ; KLOSTERMAN et al., 1968 ; BELIC et al., 1968 ; MONTEIRO, 1969). Il est, en fait, difficile de tirer parti de ces comparaisons trop globales et, pour les premières, entâchées d'imprécisions dans l'estimation subjective des difficultés de vêlage : les éleveurs d'une race jugent en effet des conditions de vêlage vis-à-vis d'habitudes qu'ils ont acquises dans la conduite des animaux de cette race (Tableau 30). Pour tirer au mieux parti de la comparaison des résultats bibliographiques nous avons comparé 2 à 2 les races envisagées dans une même enquête ou une même expérience.

Dans le cas des races laitières et mixtes soumises à la traite, il ressort des résultats des Tableaux 30 et 31 que les difficultés de vêlage les plus fréquentes apparaissent dans les races mixtes de grand format : Pie-Rouge, Rouge Belge et plus particulièrement en race de Haute et Moyenne Belgique. Les races de petit format surtout orientées vers la production laitière présentent des difficultés de vêlage moins fréquentes et se classent à cet égard dans l'ordre de fréquences décroissantes suivant : Pie-Noire, Shorthorn, Jersey. En ce qui concerne les races exploitées dans des troupeaux d'élevage à viande pour lesquels on dispose de résultats comparables, la race Charolaise présente des troubles au vêlage plus fréquents que les races Hereford et surtout Aberdeen Angus. Les principales statistiques dont nous disposons en France pour la race Charolaise, rassemblées sur le Tableau 30, se recoupent en général très bien et font apparaître un effet considérable de l'âge sur l'aptitude au vêlage jusqu'à 4 ans.

.../..

COMPARAISON DES CONDITIONS DE VELAGE ENTRE ANIMAUX ELEVES EN RACE PURE

RACES A VIANDE						RACES MIXTES						RACES LAITIERES					
REFERENCE	RACE	TYPE D'ANIMAL	n	I	II	REFERENCE	RACE	TYPE D'ANIMAL	n	I	II	REFERENCE	RACE	TYPE D'ANIMAL	n	I	II
WILTBANK (1964)	AN	génisses 2 ans	42	19 %		VANDEPLASSCHE et al. (1965)	MHB	génisses et vaches	99667		9,08 %	NIELSEN (1965)	JE	génisses et vaches	21	0 %	
MOLINUEVO (1970)	AN	génisses et vaches	73	0 %		HANSET (1967)	MHB	génisses et vaches	65963		4,69 %	MONTEIRO (1969)	JE	génisses et vaches	42	0 %	
LOPEZ SAUBIDET et al. (1963)	AN	vaches	94	3,1%		GAILLARD (1969)	SI	génisses et vaches	28089	12,1 %		NAUDE (1970)	JE	vaches	21	0 %	
WILTBANK (1964)	HE	génisses 2 ans	75	22 %								MILK MARKETING BOARD (1960)	PN	génisses et vaches	3273	8,8%	
KLOSTERMAN et al. (1968)	HE	génisses 2 ans	84	11%								MONTEIRO (1964)	PN	génisses et vaches	70	40 %	
LOPEZ SAUBIDET et al. (1963)	HE	Vaches	84	1,1%								NAUDE (1967)	PN		85	17,7 %	
MILK MARKETING BOARD (1960)	SH	génisses et vaches	1301	2,5%								NIELSEN (1965)	PN	génisses et vaches	58	27,5 %	
MONTEIRO (1969)	SH	génisses et vaches	82	8,5%								VANDEPLASSCHE et al. (1965)	PN	génisses et vaches	77874		2,4
LOPEZ SAUBIDET et al. (1963)	SH	vaches	69	0 %								HANSET (1967)	PN	génisses et vaches	12474	2	0,2

TABLEAU 30 (suite)

COMPARAISON DES CONDITIONS DE VELAGE ENTRE ANIMAUX ELEVES EN RACE PURE

RACES A VIANDE						RACES MIXTES						RACES LAITIERES					
REFERENCE	RACE	TYPE D'ANIMAL	n	I	II	REFERENCE	RACE	TYPE D'ANIMAL	n	I	II	REFERENCE	RACE	TYPE D'ANIMAL	n	I	II
BELIC ET MENISSIER (1968)	LI	vaches	189	M 6,9% F 0%								NIELSEN (1965)	RD	génisses et vaches	74	6,7	
REGIS (1969)	CC	génisses et vaches	71	25,5	14%							BELIC et al. (1968)	RD	génisses	147	12,2	
S.C.P.E.N. (1965)	CC	génisses 2 ans	43	25,6	18,5 %							BELIC et al. (1968)	RD	vaches	497	4,91	
KLOSTERMAN et al. (1968)	CC	génisses 2 ans	93	13,0	1%							VANDEPLASSCHE et al. (1965)	RB	génisses et vaches	37856		6,9
COUTEAUDIER (1970)	CC	génisses 3 ans	38	50%	10%							VANDEPLASSCHE et al. (1965)	PR MRY	génisses et vaches	102763		2,8
AURIOL et al. (1961)	CC	génisses et vaches	898	7,7%	3 %							HANSET (1967)	PR MRY	génisses et vaches	10010		4,8
COUTEAUDIER (1970)	CC	vaches 4-10 ans	188	10 %	1%							LINDHE (1966)	PR Sué	génisses	131	12,12	
BELIC et MENISSIER (1968)	CC	vaches	230	M 2,8 F 0%													

I : vêlage difficile (%)
II : intervention chirurgicale %
* : intervention vétérinaire dont la nature n'est pas précisée.

AN : ABERDEEN ANGUS
HE : HEREFORD
SH : SHORTHORN
LI : LIMOUSIN
CC : CHAROLAIS

MHB : MOYENNE ET HAUTE BELGIQUE
SI : SIMMENTAL
JE : JERSEY
PN : PIE-NOIRE
PR : PIE-ROUGE

RB: ROUGE BELGE
RD : ROUGE DANOISE

M : MALE F : FEMELLE

TABLEAU 31

COMPARAISON DES CONDITIONS DE VELAGES EN ELEVAGE DE RACE PURE (Races pures 2 à 2)

(Résultats analytiques)

RACE B \ RACE A	PN	SH	PR	RO	MHB	HE	AN	CC
JE	(x)-27,5(4) (x)-17,7(5) (x)-40,0(8)	(x)-8,5(8)		(x)-6,7(4)				
PN		(x)+32,5(8)	(x)-0,5(3) (x)-4,6(6)	(x)-4,51(3) (x)+20,8(4)	(x)-6,7(3) (x)-8,8(6)			
SH						(x)-1,1(1)	(x)-3,1(1)	
PR				(x)-4,1(3)	(x)-7,1(3) (x)-4,3(6)			
RO					(x)-2,2(3)			
HE							(x)-2 (1) (G)♂-2 (2) (G)♀+8 (2)	(G) 3 (7)

Dans une case donnée nous avons indiqué successivement :

- la référence bibliographique de l'étude selon la codification suivante:

1-LOPEZ SAUBIDET et al. (1963)=dystocies
2-WILTBANK (1964)= % vêlages difficiles
3-VANDEPLASSCHE et al.(1965)=% intervention vétérinaire
4-NIELSEN (1965)=% vêlages difficiles
5-NAUDET (1967)=% vêlages difficiles
6-HANSET (1967)= % césariennes
7-KLOSTERMAN et al. (1968)= % difficiles+césariennes
8-MONTEIRO (1969)= % vêlages difficiles.

- le type de femelles: vaches (V), génisses (G), vaches et génisses (x)
- la différence entre les pourcentages de vêlages difficiles entre A et B : (A-B). La codification suivante a été utilisée :

JE : JERSEY
PN : PIE-NOIRE
SH : SHORTHORN
PR : PIE-ROUGE
RO : ROUGE
MHB :MOYENNE ET HAUTE BELGIQUE
HE : HEREFORD
AN : ABERDEEN ANGUS
CC : CHAROLAISE

3.4.1.2. - Comparaisons analytiques de races maternelles ou paternelles.

Des comparaisons d'aptitude au vêlage entre races maternelles (ou paternelles) accouplées avec une même race paternelle (ou maternelle) sont possibles dans le cadre de diverses expériences de croisement voire d'enquête en ferme (MENSAT, 1968). Pour exploiter au mieux les comparaisons que permettent de faire ces expériences, nous avons estimé pour une même expérience les différences de taux de vêlages difficiles (ou dystociques suivant la dénomination utilisée par les auteurs) entre deux types de croisements comparables : A et B. Les résultats sont rassemblés sur les tableaux 32, 33, 34, 35 ; les comparaisons entre races maternelles accouplées à une même race paternelle figurent dans la partie située au-dessous de la diagonale des tableaux ; celles relatives aux races paternelles figurent dans la partie supérieure. Afin d'avoir une vue plus synthétique de ces comparaisons et bien que la validité de cette méthode soit théoriquement discutable, nous avons effectué une moyenne de différences (en %), chacune d'elle étant pondérée par la moyenne harmonique des effectifs sur lesquels ont été obtenus les deux pourcentages utilisés pour le calcul de la différence (Tableau 36).

Bien que ces tableaux soient très incomplets et ne permettent surtout que de comparer les races à viande entre elles et certaines races soumises à la traite, nous pouvons néanmoins en tirer de nombreux enseignements. En ce qui concerne les races paternelles, la Charolaise est la race qui entraîne incontestablement le plus de difficultés de vêlage, que nous la comparions aux races à viande anglo-saxonnes et européennes, aux races mixtes ou aux races laitières spécialisées. Le taureau Hereford est comparable au taureau Pie-Noir ; il engendre plus de difficultés en moyenne que le taureau Aberdeen-Angus. Enfin, dans le cas des races laitières, les difficultés les plus fréquentes apparaissent avec les mâles Pie-Noir , alors que les moins fréquentes sont celles résultant de l'emploi de taureaux Jersey ; le taureau Ayrshire se situant entre les deux.

Pour les races maternelles, la race Charolaise est, au contraire, parmi les races à viande celle dont les femelles présentent la meilleure aptitude au vêlage, elle est suivie de l'Aberdeen-Angus, de la Shorthorn ; la race Hereford étant celle dont les femelles vêlent le plus difficilement.

.../..

TABLEAU 32

I - COMPARAISON (2 à 2) DES CONDITIONS DE VELAGE DES RACES A VIANDE PATERNELLE (PARTIE SUPERIEURE) ET MATERNELLE (PARTIE INFERIEURE) (RESULTATS ANALYTIQUES)(voir légende page 106)

RACE A / RACE B	ABERDEEN ANGUS	HEREFORD	SHORTHORN	CHAROLAISE	LIMOUSINE	BLONDE D'AQUITAINE
ABERDEEN ANGUS		(V)-3,1(55,2)AN(1) (V)+1,1(59,4)HE(1) (V)0(29,0)SH(1) (X)+5,1M(24,8)CC(6) (V)+3,2F(21,6)CC(6) (G)+8,7(235,4)PR(9) (G)+4,8(158,8)AY(11) (G)-1,8(848)PN(11) (G)+15M(28,6)HE(12) (G)-26F(26,6)HE(12) (G)+6M(26)AN(12) (G)-13F(24,8)AN(12)	(V)-3,1(70,2)AN(1) (V)0(30,6)HE(1) (V)0(36,0)SH(1)	(V)+1,8(113,0)AN(1) (V)+27(124,0)HE(1) (V)+10,4(50,6)SH(1) (X)+3,7(75,8)AN(5) (G)+34,4(26,4)CC×AN(5) (V)+12,5M(29,4)HE(6) (V)-0,7F(23,6)HE(6) (G)+13,2(187,0)PN(9)		
HEREFORD	(X)+22(150)CC(1) (X)0(32,6)SH(1) (X)20,9F(21,4)CC(6) (X)-15,7M(33,8)CC(6) (G)-8M(39,4)HE(12) (G)+21F(31,8)HE(12) (G)+24M(20,2)AN(12) (G)-7F(22,8)AN(12)		(V)0(45,8)AN(1) (V)-1,1(36,2)HE(1) (V)0(34,4)SH(1)	(V)+4,9(61,0)AN(1) (V)+25,9(109,8)HE(1) (V)+10,4(47,6)SH(1) (G)+22(61,0)HE(4) (G)+8(64)CC(4) (V)+16,6M(24,6)AA(6) (V)+2,2F(25,2)AA(6) (G)+5,1(199,8)PR(9)		A-B
SHORTHORN	(X)-4,9(151,2)CC(1) (X)0(32,4)HE(1)	(X)-27(160,4)CC(1) (X)0(36,2)AN(1)		(V)+4,9(80,2)AN(1) (V)+27(40)HE(1) (V)+10,4(74)SH(1)		
CHAROLAISE	(X)-19M(22,8)HE(6) (X)-12F(28,4)HE(6)	(G)-5(61,8)HE(4) (G)-19(35,2)CC(4) (X)-11,4F(23,8)AN(6) (X)-12,5M(63,2)AN(6)			(V)-18(69,0)NO(2) (V)-13(93,6)PN(2) (V)-13,4(65,0)BB(2) (V)-8(250,4)SA(7) (V)-4(316)BA(7) (V)-5(206)PN(7)	(V)-9(61,6)NO(2) (V)-20(76,2)PN(2) (V)-11,7(103,4)BB(2) (V)-12(139,6)PN(7) (V)-1(219,4)BA(7)
LIMOUSINE						(V)+9(50,0)NO(2) (V)+20(84,2)PN(2) (V)+1,8(73,8)BB(2) (V)-7(192,4)PN(7) (V)+3(40)BA(7)

B-A

M = Mâle
F = Femelle

TABLEAU 33

II - COMPARAISON (2 à 2) DES CONDITIONS DE VELAGE DES RACES LAITIERES

(PATERNELLE: PARTIE SUPERIEURE ; MATERNELLE: PARTIE INFERIEURE)

(Voir légende page 106)

RACE A / RACE B	JERSEY	AYRSHIRE	PIE NOIRE	BRUNE DES ALPES
JERSEY		(X)+11,5(36,8)PN(3) (X)+5,5(47,0)AY(3) (X) 0(29,6)JE(3)	(X)+38,7(74,6)PN(3) (X)+22,7(33,8)AY(3) (X)+15,9(52,2)JE(3)	(V)+11,4(44)JE(8)
AYRSHIRE	(X)9,8(46)PN(3) (X)8,5(34)AY(3) (X)3(36)JE(3)		(X)+27,5(36)PN(3) (X)+17,2(50)AY(3) (X)+15,9(34)JE(3) (G)+8,5(170)AY(11) (G)+5,7(188)PN(11)	
PIE-NOIRE	(X)24,1(70)PN(3) (X)12,5(24)AY(3) (X)1,3(54)JE(3)	(X)3(164,8)CC(10) (G)0,6(174)AY(11) (G)-2,2(74)PN(11) (G)+0,2(817,6)AN(11) (G)-6,4(160,2)HE(11) (X)+14,3(46)PN(3) (X)+4(38)AY(3) (X)-1,7(48)JE(3)		A-B
BRUNE DES ALPES			(V)2(187,2)CC(7) (V)3(761,0)LI(7)	
NORMANDE			(V)-9(86,8)CC(2) (V)-13,5(73,2)LI(2) (V)+2(56,2)BB(2) (V)-1(413,0)LI(7)	(V)-4(45,6)LI(7)

B-A

TABLEAU 34

COMPARAISON (2 à 2) DES CONDITIONS DE VELAGE ENTRE RACES PATERNELLES LAITIERES (A) ET A VIANDE (B), (voir légende page 106)

RACE B \ RACE A	AYRSHIRE	PIE - NOIRE
ANGUS	(G)-1,2(736)AY(11) (G)-0,8(184)PN(11)	(G)+7,3(154)AY(11) (G)+4,9(2432)PN(11)
HEREFORD	(G)-6,0(174)AY(11) (G)+1,0(164)PN(11)	(G)-0,3(261,2)PR(9) (G)+2,5(126)AY(11) (G)+6,7(928)PN(11)
CHAROLAISE		(V)-17,2(57,2)PN(8) (G)-4,2(203,0)PR(9)

A-B

TABLEAU 35

COMPARAISON (2 à 2) DES CONDITIONS DE VELAGE ENTRE RACES MATERNELLES A VIANDE (A) et LAITIERES(B) (B-A), (Voir légende page 106)

RACE A / RACE B	SHORTHORN	LIMOUSINE	BLONDE D'AQUITAINE
AYRSHIRE	(X) + 4 (21,6) CC (10)		
PIE NOIRE	(X) + 1 (64,8) CC (10)		(V)+12(111,6) CC (2) (V)+12,3(73,2) LI (2) (V)+ 8 (167,2) LI (7)
BRUNE DES ALPES		(X)-20,6 (218,8) LI (7)	(V)+14 (406,8) LI (7)
NORMANDE		(V)+16 (175,0) LI (7)	(V) + 4 (88,4) CC (2) (V) -1,32 (53,8) LI (2) (V) + 7 (280,4) LI (7)

B-A

LEGENDE DES TABLEAUX 32 - 33 - 34 - 35.

Dans une case donnée nous avons indiqué successivement :

- le type de femelles considérées : Vaches (V), Génisses (G) ou vaches et génisses (X).
- la différence entre les pourcentages des vêlages difficiles ; les pourcentages indiqués correspondent aux différences des pourcentages des vêlages difficiles entre la race indiquée sur la partie gauche et celle indiquée sur la partie supérieure, dans le cas des races maternelles (partie inférieure à la diagonale). Dans le cas des races paternelles (partie supérieure à la diagonale) les différences relatives à une case sont obtenues entre le pourcentage correspondant à la race située à la partie supérieure et celle indiquée sur la partie gauche.
- la moyenne harmonique des effectifs.
- la race maternelle (partie supérieure) ou paternelle (partie inférieure) commune. La codification suivante a été utilisée :

AA : AUBRAC
AN : ABERDEEN ANGUS
AY : AYRSHIRE
BB : BLONDE D'AQUITAINE
BA : BRUNE DES ALPES
CC : CHAROLAISE
HE : HEREFORD
JE : JERSEY
LI : LIMOUSINE
NO : NORMANDE
PN : PIE-NOIRE
PR : PIE-ROUGE
SA : SALERS

- la référence de l'étude :

(1) LOPEZ SAUBIDET et al. (1963) (% vêlagesdystociques)
(2) BELIC ET MENISSIER, (1968) (% vêlages difficiles)
(3) MONTEIRO (1969), (% vêlages difficiles)
(4) KLOSTERMAN et al., (1968), (% vêlages difficiles + césariennes)
(5) MOLINUEVO (1970), (% vêlages aidés)
(6) SAGEBIEL et al. (1969), (% vêlages difficiles)
(7) MENSAT (1968), (% vêlages difficiles)
(8) NAUDET (1968), (% vêlages difficiles)
(9) LINDHE (1968), (% vêlages difficiles)
(10) VETERINARY CLINICAL OBSERVATION UNIT (1963),(% vêlages difficiles)
(11) MILK MARKETING BOARD (1960), (% vêlages difficiles)
(12) WILTBANK (1964), (% vêlages difficiles).

.../..

TABLEAU 36

COMPARAISON* (2 à 2) DES CONDITIONS DE VELAGES DES RACES PATERNELLES (PARTIE SUPERIEURE) ET MATERNELLES (PARTIE INFERIEURE) - MOYENNES PONDEREES DES RESULTATS BIBLIOGRAPHIQUES DES TABLEAUX 32 - 33 - 34 - 35 - (EN % DE VELAGES DIFFICILES)

RACE A / RACE B	ANGUS	HEREFORD	SHORTHORN	CHAROLAIS	LIMOUSIN	BLONDE D'AQUITAINE	JERSEY	AYRSHIRE	PIE-NOIRE	BRUNES DES ALPES
ANGUS		+ 0,61 (5;2388)	- 1,58 (1;277)	+ 12,83 (4;1325)				- 1,12 (1;3861)	+ 5,04 (1;5791)	
HEREFORD	+ 11,06 (3;711)		- 0,34 (1;994)	+ 11,76 (4;983)				- 2,60 (1;2034)	+ 4,37 (2;4487)	
SHORTHORN	- 4,3 (1;371)	-22,02 (1;397)		+ 11,54 (1;587)						
CHAROLAIS	- 15,11 (1;97)	-11,08 (2;378)			- 7,62 (2;2899)	- 8,63 (2;1250)			- 7,05 (2;549)	
LIMOUSIN						+ 2,37 (2;549)				
JERSEY								+ 6,01 (1;284)	+ 27,92 (1;329)	+ 11,4 (1;88)
AYRSHIRE			+ 4 (1;570)				+ 7,31 (1;284)		+ 10,27 (1;5029)	
PIE-NOIRE			+ 1 (1;182)			+ 10,61 (2;1039)	+13,83 (1;333)	- 0,17 (3;8481)		
BLONDE D'AQUITAINE					-20,6 (1;1045)	14 (1;1183)			+ 2,80 (1;1945)	
NORMANDE					+ 16 (1;426)	+ 5,31 (2;849)			- 3,82 (2;1404)	- 4,00 (1;1225)

A-B

B-A

* Dans une case donnée nous avons indiqué successivement :
- moyenne pondérée des résultats bibliographiques des Tableaux 32 - 33 - 34 - 35, en % des vêlages difficiles.
- nombre de références bibliographiques.
- nombre total d'observations.

Dans le cas des races laitières, la femelle Jersey vêle plus facilement que les femelles Ayrshire et Pie-Noire ; quant à la Normande elle semble se situer entre, d'une part, les femelles Limousines et Blondes d'Aquitaine dont les vêlages sont faciles, et d'autre part les Pie-Noires et les Brunes des Alpes qui présentent les difficultés les plus fréquentes. Des discordances de classement importantes interviennent donc quand on compare l'aptitude au vêlage des races suivant qu'elles sont considérées comme races paternelles ou maternelles : ces discordances concernent surtout la race Charolaise qui, comparativement aux races Anglo-saxonnes de petite taille, est plus intéressante comme race maternelle mais moins intéressante en tant que race paternelle, du simple point de vue des conditions de vêlage en croisement. Ces différences proviennent du fait évident que les femelles de races de grande taille (à lait ou à viande) donnent en croisement avec des mâles de diverses races de taille plus réduite, des foetus moins encombrants que ceux que l'on obtient par les accouplements réciproques.

Il est intéressant d'analyser de façon plus approfondie les expériences de croisement factoriel entre races, croisements dont l'analyse est plus riche d'enseignements mais qui sont en général limités à la première génération, les difficultés de vêlage des femelles croisées n'étant pas comparées, dans les mêmes conditions, à celles des femelles appartenant aux 2 races parentales. Les résultats de ces essais sont indiqués sur le Tableau 32.

Il semblerait (KLOSTERMAN et al., 1968) que les veaux issus de croisements réciproques naissent plus difficilement que ceux issus des races pures correspondantes. Ce résultat qui pourait être lié aux dimensions supérieures du veau croisé (effet de vigueur hybride) n'apparaît, dans l'étude de SAGEBIEL et al. (1969) et celle de WILTBANK (1964), que pour les veaux femelles ; or nous savons par ailleurs que l'effet d'hétérosis est plus élevé avec ces veaux (STONAKER, 1963) (hétérosis homogamétique). Ces résultats s'opposent à ceux de MONTEIRO (1969) sur races laitières : dans ce cas, les veaux de race pure naissent plus difficilement que les veaux croisés.

Dans ces expériences factorielles, il est facile de comparer les effets maternels de 2 races liés surtout à leur ouverture pelvienne (et secondairement à leur influence sur la taille du veau), à partir de la différence entre les taux de vêlages difficiles observés entre les croisements réciproques relatifs à 2 races données.

.../..

SAGEBIEL et al. (1968) notent à ce sujet une aptitude au vêlage moindre des femelles Herefords et Angus par rapport aux charolaises. KLOSTERMAN et al. (1968) confirment ce résultat en ce qui concerne les femelles Herefords. Quant à MONTEIRO (1969), il trouve un effet maternel défavorable en race Pie-Noire par rapport aux races Ayrshire et Jersey. D'après ces résultats, il semblerait donc que l'effet maternel sur les conditions de vêlage soit d'autant plus favorable que la race a une taille plus élevée dans le cas des races à viande et inversement dans le cas des races laitières ; ces conclusions, qui ressortent de l'analyse des tableaux de comparaison des races prises 2 à 2, sont donc tout à fait contradictoires entre les deux types de races bovines.

3.4.1.3. - Discussion.

Notre discussion, du fait que nous nous limitons à aborder essentiellement les incompatibilités morphologiques foeto-maternelles, se limitera à deux aspects fondamentaux : d'abord le rapport des poids de la mère et du veau (c'est-à-dire le rapport de format) et ensuite les différences de morphologie du veau et du bassin de sa mère (c'est-à-dire la conformation).

3.4.1.3.1. - Rapports de poids.

La plupart des recherches sur les variations des difficultés de vêlage entre races ayant un caractère partiel, les discussions des résultats obtenus n'échappent pas à cette critique. Les auteurs invoquent en général la disproportion entre le poids de la mère et le poids du veau pour expliquer, en premier lieu, les variations des taux de difficultés de vêlage. Ainsi, MONTEIRO (1969) trouve, à ce sujet, une relation très étroite entre les difficultés de vêlage relatives à une combinaison génotype (mère + veau) donnée, et une fonction linéaire de la forme :

Log. (Poids du veau à la naissance) $+\alpha$ Log. (Poids de la mère) $+\beta$ (rang de vêlage). Cet index explique près de 78 % de la variance des difficultés de vêlage, les deux derniers facteurs expliquant à eux seuls 69 % de cette variance et le poids du veau seul 60 %. L'auteur observe ainsi que les contributions complémentaires du poids de la mère et du rang de vêlage sont comparables, une fois fixé

.../..

le poids à la naissance. La valeur du coefficient α de cet index est de 0,4. Cette fonction revient donc, approximativement, à diviser le poids du veau par la racine carrée du poids de la mère. D'autres auteurs considèrent le simple rapport de ces 2 poids : ainsi NAUDE (1967), trouve que l'augmentation du taux de vêlages difficiles de la race Jersey à la Brune des Alpes (Race pure) s'accompagne d'un accroissement du rapport qui, exprimé en pourcentage passe de 7,1 à 7,8 %. Nous sommes conduit, d'une façon générale, à étudier les variations du rapport entre le poids à la naissance et le poids adulte en race pure puis en croisement. Or si ces critères manifestent une variabilité considérable d'une race à l'autre, le classement des races (TAYLOR, 1967) est en général très voisin pour ces deux variables ; les variations de leur rapport sont donc limitées. Nous pouvons penser, à cet égard, que la sélection naturelle qui s'est pratiquée sur un cheptel donné, conduit systématiquement en race pure jusqu'à ces dernières décennies,a tamponné d'une façon considérable les variations de ce rapport, variations qui pourraient être dues à des différences génétiques affectant soit la forme de la courbe de croissance soit l'effet maternel sur le poids à la naissance. Ces variations seraient donc essentiellement liées surtout à la pratique du croisement entre animaux de tailles différentes et notamment entre mâles de grande taille et femelles de petite taille. Ainsi dans les croisements : mâle , Brune des Alpes × femelle Jersey, les rapports poids de naissance / poids de la femelle adulte (qui étaient de 7,1 % et 7,8 % en race pure) passent à 9,1 %. De nombreux auteurs associent dans le cas de tels croisements, la différence de fréquence relative des difficultés de vêlage à celle des poids à la naissance : c'est notamment le cas lorsque nous comparons les taureaux Charolais sur des femelles de petite taille ou de taille moyenne avec des taureaux de la même race ou de race à viande anglo-saxonne (Angus, Hereford). CROWLEY (1965), EDWARDS et al. (1966), la Veterinary Clinical Observation Unit (1963), MILK MARKETING BOARD (1964), attribuent à une supériorité de poids à la naissance (7 à 15 % environ) la plus grande fréquence de vêlages difficiles lors de l'utilisation de taureaux Charolais par rapport à celle de mâles Hereford, sur races laitières anglo-saxonnes. BELIC et MENISSIER (1968) aboutissent à une conclusion équivalente en comparant les difficultés de vêlage après emploi de taureaux Charolais avec celles résultant de l'emploi de taureaux limousins, sur races laitières. Cette conclusion est confirmée plus particulièrement par REYNEKE et PENZHORN (1964), NAUDE (1967) et MOLINUEVO (1970), en ce qui concerne la race Charolaise. Ces auteurs associent en général la supériorité de poids à la naissance des veaux issus de taureaux Charolais avec l'allongement de la

gestation qui résulte de l'emploi de taureaux de cette race. Ainsi CROWLEY (1965) enregistre 54,2 % et 12,8 % de gestations supérieures à 287 jours, respectivement avec des mâles Charolais et d'autres races. Dans le cas de gestations supérieures à 292 jours les chiffres correspondant sont de 12,2 et 2,8 %. La Veterinary Clinical Observation Unit (1963) observe, par ailleurs, que 75 % des cas de dystocies se manifestent à la suite de gestationsdont la durée est supérieure à 287 jours. EDWARDS et al. (1966) et NAUDE (1967), HANSEN (1966), CABRINI et CAVANDOLI (1964), MILK MARKETING BOARD, (1964), notent de façon plus générale, que la supériorité de la fréquence de vêlages difficiles engendrée par l'emploi de taureaux de races européennes de grand format, est liée à la fois au poids de naissance supérieur de leurs veaux croisés et à la prolongation de gestation de ces veaux (Tableau 39). Ces résultats ont pu conduire certains à proposer un déclenchement artificiel de la mise-bas des veaux issus de taureaux de races à grand format, à un terme correspondant à celui des veaux issus de taureaux de races à petit et moyen format. Cela n'est évidemment possible que dans la mesure où la date d. fécondation est connue avec précision , ce qui est assez rare chez les bovins à viande en raison de l'extension de la monte-naturelle en liberté. Cette pratique qui s'oppose aux lois biologiques normales peut, en outre, présenter des inconvénients soit pour le foetus dont la viabilité et la croissance post-utérine risquent d'être diminuées, soit pour la mère qui risque de manifester plus fréquemment une rétention placentaire et, par voie de conséquence, une baisse de fertilité lors du cycle suivant de reproduction.
Outre l'incidence des effets additifs qui se manifestent sur le poids à la naissance de veaux quand on croise des mâles de grand format avec des femelles de plus petite taille, il y a lieu de distinguer les <u>influences non additives</u> : nous avons vu ci-dessus que l'effet d'hétérosis qui se manifeste sur le poids du veau (Tableau 38) pouvait expliquer la fréquence de vêlages difficiles plus élevée chez les veaux croisés de raceà viande par rapport à ceux de race pure.

Il y aurait lieu, à ce sujet, de connaître l'aptitude générale et spécifique au croisement sur le poids à la naissance dans le cas des races concernées par les croisements entraînant des difficultés de vêlage. Or, si nous sommes renseignés sur ces composantes de la variabilité génétique dans les races à viande anglo-saxonnes et les races laitières de petite taille (pour lesquelles des difficultés sont mineures), nous manquons d'éléments d'information sur ces composantes dans le

.../..

TABLEAU 37

DIFFERENCES DE DUREE DE GESTATION, DE POIDS A LA NAISSANCE ET DE CONDITIONS DE VELAGE ENTRE RACES PATERNELLES DE GRANDE TAILLE ET DE PETITE TAILLE.

REFERENCE	RACE PATERNELLE DE GRANDE TAILLE (A)	RACE PATERNELLE DE TAILLE MOYENNE OU PETITE (B)	RACE MATERNELLE	DIFFERENCE (A - B)		
				% VELAGES DIFFICILES	POIDS A LA NAISSANCE(kg)	DUREE DE GESTATION (jours)
NAUDE (1967)	Charolaise	Pie-Noire	Pie-Noire	+ 17,2	+ 9,4	+ 3
	Simmental	Jersey	Jersey	+ 8,1	+ 12,9	+ 3
	Brune des Alpes	Jersey	Jersey	+ 11,4	+ 14,2	+ 4
EDWARDS et al. (1966)	Charolaise	Races britanniques	Pie-Noire Shorthorn	+ 7,4	+ 10,4	+ 5,6
BELIC et al. (1968)	Simmental	Pie-Noire	Rouge Danoise (génisses)	M + 14,3 F + 8,2	+ 8,0kg + 7,9kg	+ 5,2 + 6,5

M : Mâles
F : Femelles

TABLEAU 38

EFFET D'HETEROSIS SUR LE POIDS A LA NAISSANCE

CROISEMENTS	REFERENCES	HETEROSIS (%) SUR LE POIDS A LA NAISSANCE
SHORTHORN×ABERDEEN-ANGUS	GAINES et al. (1966)	2
	GREGORY et al. (1965)	2
HEREFORD×ABERDEEN-ANGUS	GERLAUGH et al. (1951)	1
	GAINES et al. (1966)	2
	GREGORY et al. (1965)	4
	PAHNISH et al. (1965)	1
	DAMON et al. (1961)	2
	DAMON et al. (1960)	2
HEREFORD × SHORTHORN	GAINES et al. (1966)	6
	GREGORY et al. (1965)	6
HEREFORD × BRAHMAN	CARTWRIGHT et al. (1964)	11

cas de nos races européennes à viande et mixtes. Les premiers travaux américains englobant la race Charolaise (SAGEBIEL et al., 1969) tendent à montrer que les effets non additifs sur la croissance des veaux sont faibles quand on croise le Charolais avec les races à viande anglo-saxonnes ; dans le cas de l'expérience de SAGEBIEL et al. (1969), ils semblent même plus réduits que ceux observés dans les croisements de ces dernières races entre elles.

3.4.1.3.2. - Variations de type morphologique.

Si les travaux de MONTEIRO (1969) permettent de penser que la prise en considération des seuls poids des veaux à la naissance et poids adultes des mères explique l'essentiel des variations des difficultés de vêlage, (78 % de la variance), il convient de noter que ces travaux ne concernent que des femelles de races laitières à faible musculature ou tout du moins à développement musculaire équivalent. En effet, dans le cas où nous associons des femelles de races à développement musculaire variable, nous observons une fluctuation des difficultés de vêlage liée à une variation morphologique qui semble indépendante de celle du format de la mère et du veau. Cette variation indépendante du format s'exprime par des changements de l'ouverture pelvienne de la mère et des dimensions du veau notamment dans le sens transversal. Ces variations exprimeraient des différences d'allométrie de croissance pour ces dimensions. Les premiers facteurs (ouverture pelvienne) ont été particulièrement étudiés par les chercheurs belges (FAGOT, 1965), danois (NIELSEN, 1965), français (MOINE, 1967) ; (REGIS, 1969) et américains (BELLOWS et al., 1969 ; RICE, 1969). Les mesures d'ouverture pelvienne obtenues au cours de deux travaux français figurent sur le tableau 39. Il convient d'insister particulièrement sur les travaux de NIELSEN (1965) et sur ceux des chercheurs français : le premier compare les mesures d'ouverture pelvienne (hauteur et largeur) avec les mesures correspondantes du foetus dans le cas de 3 races laitières dont le développement musculaire est faible : le taux de vêlages difficiles augmente de la moins musclée (Jersey) à la plus musclée (Pie-Noire). Simultanément, il observe un rétrécissement des dimensions de l'ouverture pelvienne par rapport aux dimensions correspondantes du foetus. Les recherches de MOINE (1967) et REGIS (1969) sur des taurillons de races françaises utilisées pour la production de viande en troupeaux de vaches allaitantes indiquent qu'en moyenne, plus le poids des animaux augmente

.../..

(surtout le développement musculaire en largeur : largeur aux trochanters), plus l'ouverture pelvienne diminue et plus les difficultés de vêlage augmentent (Tableau 39). Il s'agit, en l'occurence, d'un échantillon de races présentant, entre elles, une variation de musculature bien supérieure à celle correspondant aux races laitières considérées par NIELSEN (1965) (Tableau 40). Ce point particulièrement intéressant tant au niveau du choix des stratégies de croisement que de l'orientation de la sélection, a retenu plus précisément notre attention ; le travail de notre thèse vise d'ailleurs à aborder le premier de ces deux aspects. C'est pourquoi, dans la seconde partie de notre mémoire nous reviendrons sur cette discussion. Auparavant, cette incidence de la musculature sur les difficultés de vêlage, nous conduit à aborder l'action particulière du caractère culard ou hypertrophie musculaire d'origine génétique et ses répercussions sur l'aptitude au vêlage de ces bovins.

3.4.2. - Variations liées au caractère culard.

Le caractère "culard" ou "hypertrophie musculaire", chez les bovins, est sous le contrôle génétique d'un nombre limité de gènes. Les effets de ces (ou ce) gènes sont nombreux et multiples ; si le plus apparent est l'hypertrophie musculaire, les difficultés de reproduction et notamment de mise-bas n'en sont pas pour autant les moins importants.

3.4.2.1. - Le caractère culard et les difficultés de vêlage : Résultats expérimentaux.

Depuis longtemps, on a constaté que l'apparition du caractère culard chez les bovins, entraîne un accroissement des difficultés de vêlage. Cependant, la bibliographie traitant de ce sujet est assez fragmentaire (Tableau 41) et, bien souvent, manque de précision quant à l'incidence de ce caractère sur les difficultés de vêlage en liaison avec sa présence chez le veau, la mère (ou) et le père. Dans le cadre de notre travail, seules les études analytiques récentes retiendront notre attention et plus particulièrement, celle de VISSAC et al. (1971).

.../..

TABLEAU 39

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE FORMAT, D'OUVERTURE PELVIENNE ET DE FACILITES DE VELAGES EN RACES FRANCAISES.

RACE	EFFECTIF	POIDS VIF (kg)	LARGEUR AUX TROCHANTERS (cm)	OUVERTURE PELVIENNE (cm^2)	% VELAGES DIFFICILES CESARIENNES*	REFERENCE
AUBRAC	21	382	40,1	166	-	MOINE, 1967 (mesures prises sur taurillons à 12 mois)
SALERS	15	449	42,1	174	-	
LIMOUSINE	69	474	49,2	190	0	
CHAROLAISE	28	526	54,6	174	10	
PIE NOIRE	04	431		175	04	REGIS, 1969 (mesures prises sur taurillons à 13 mois)
SALERS	17	445		207	-	
LIMOUSINE	64	500		188	0	
CHAROLAISE	52	500		156	10	

* D'après les statistiques du contrôle de croissance réalisé dans les fermes.

TABLEAU 40

VARIATIONS DES DIFFICULTES DE VELAGE ET DES VALEURS DE LEURS COMPOSANTES : OUVERTURE PELVIENNE ET DIMENSIONS DU VEAU. (NIELSEN, 1965)

RACES	JERSEY	ROUGE DANOISE	PIE-NOIRE
Effectif considéré	21	74	58
% de vêlages difficiles	04,76	33,79	81,04
% d'animaux ayant une crête pubienne prononcée	30,00	54,70	63,40
% de cas où :			
- hauteur sacro-pubienne de la mère supérieure à la profondeur de poitrine du veau	80,95	8,10	0,00
- largeur bis-iliaque médiane de la mère supérieure à la largeur aux trochanters du veau	76,19	35,10	24,13

TABLEAU 41

BIBLIOGRAPHIE ESSENTIELLE CONCERNANT L'INCIDENCE DU CARACTERE CULARD SUR LES DIFFICULTES DE VELAGES : (Classée par pays et selon que le caractère est considéré chez le veau ou ses parents).

FERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	PAYS	RACE	CARACTERE CULARD CONSIDERE OU PRECISE CHEZ :		
			Le veau (V)	La mère (M)	Le père (P)
ANDENBUSSCHE et al. (1964)	B	MHB	V	-	-
ANDEPLASSCHE et al. (1965)	E L	PR PN RE,RMY	V	-	-
ANSET (1961)	G	MHB	-	-	P
ANSET (1967)	I	PN PR	V	-	-
AGOT (1964)	Q		-	M	-
AGOT (1965)	U	MHB	-	M	-
ERIVAUX et al. (1964)	E		-	M	-
ECHAMBRE (1910)	F		V	-	-
EGHILAGE (1911)	R		V	M	-
ELLET (1957)	A	CC	V	-	-
ODOT (1967)	N	CC	-	M	P
ISSAC et al. (1971)	C E		-	M	P
ACKELLAR (1960)	Grande Bretagne	SD	V	-	-
ACKELLAR (1968)			V	M	-
OTINK et al. (1955)	HOLLANDE	PN,PR	V	-	-
ACI (1935)	ITALIE	AL	V	-	-
AIMONDI (1965)		PI	-	M	P

MHB : MOYENNE ET HAUTE BELGIQUE
PN : PIE-NOIRE
PR : PIE-ROUGE
RE : ROUGE DE L'EST
CC : CHAROLAISE
SD : SOUTH DEVON
AL : ALBESE
PI : PIEMONTAISE

3.4.2.1.1 - Veaux culards.

Selon VANDENBUSSCHE et al., 1964 ; VANDEPLASSCHE et al. 1965 ; HANSET, 1967, en races belges la fréquence de césariennes est plus élevée (de 7 à 50 %) pour les veaux culards que pour les veaux normaux (Tableau 42).

Notons aussi (HANSET, 1967), que pour les vaches ayant eu un veau culard et donnant ultérieurement un veau normal, le taux de césariennes pour ce second vêlage passe respectivement à 8,57 % et 2,38 % pour les veaux mâles et femelles au lieu de 54 % et 35 % en vêlage précédent.

3.4.2.1.2. - Pères culards.

L'incidence du caractère culard, chez le père, sur les difficultés de vêlage est à lier avec la fréquence d'apparition du caractère chez ses produits.

En Belgique, HANSET (1961) enregistre effectivement des différences de taux de césariennes selon que les taureaux employés sont culards ou normaux : 3,2 % et 0,02 % respectivement. Cette différence est sans doute liée aux écarts de fréquence d'apparition de veaux culards dans leur descendance. En effet, l'accroissement annuel des difficultés de vêlages (+ 0,81 % de césariennes) suit étroitement celui de la fréquence du caractère culard chez les veaux (+ 0,59 %) en Belgique (HANSET, 1967). D'ailleurs, selon ce même auteur, pour les nouveaux taureaux introduits dans les centres d'I.A., l'accroissement du taux de césariennes est de 1,04 % (au lieu de 0,81 % pour l'ensemble) et celui du caractère culard chez les veaux de + 0,88 % (au lieu de 0,59 % pour l'ensemble).

En France, les taux moyens d'interventions chirurgicales au vêlage sont nettement plus faibles, même dans le cas de l'emploi de taureaux culards. Les taux globaux de vêlages assistés, difficiles et dystociques correspondant à l'utilisation de taureaux Charolais porteurs du caractère culard et de taureaux normaux, en croisement avec des femelles adultes de races laitières et rustiques, ne diffèrent pas significativement (BELIC et MENISSIER, 1968) bien qu'il y ait

.../..

TABLEAU 42

COMPARAISON DES FREQUENCES DE CESARIENNES ENTRE VEAUX CULARDS ET NORMAUX (Races Belges)

AUTEURS	NOMBRE DE VELAGES CONSIDERES	% de CESARIENNES ET EMBRYOTOMIES	
		VEAUX CULARDS	VEAUX NORMAUX
VANDENBUSSCHE et al. (1964)	2206	44,3	2,7
HANSET (1967) *	1452	Mâles = 54	8,57
		Femelles = 35	2,38

* % de césariennes uniquement.

un léger accroissement des taux d'intervention ou vêlage : + 1 %. Rappelons que dans cette analyse : d'une part, les génisses n'ont pas été considérées et d'autre part, les taureaux normaux utilisés pour le croisement, sont déjà des taureaux à très forte musculature et donnent naturellement des difficultés de vêlage. Dans le cas d'une utilisation des taureaux culards en race pure (Charolais), VISSAC et al. (1971) constatent des différences importantes pour les difficultés de vêlage entre les deux types de taureaux (Tableau 43).

3.4.2.1.3. - Mères culardes.

En Belgique, DERIVAUX et al. (1964) à partir d'un échantillon de 1895 interventions chirurgicales au vêlage concernant presque exclusivement la race de Moyenne et Haute Belgique, notent que 3 % de celles-ci ont pour cause une atrésie pelvienne liée principalement à la conformation de la vache (cularde). Pour FAGOT (1965), 88 % des génisses de cette race et ayant une croupe de type "culard" (trapèze renversé) ne vèlent qu'avec une importante traction ou intervention chirurgicale. En France, dans le cadre d'un troupeau expérimental Charolais de race pure, VISSAC et al. (1971) enregistrent 62 % de vêlages par césarienne (n = 29) pour les vaches Charolaises porteuses du caractère culard et accouplées avec des taureaux normaux (0 % dans le cas des vaches de type normal). Remarquons qu'ici aussi, cette incidence du caractère culard chez la mère est à relier en partie à l'apparition du caractère chez son veau.

Enfin, dans les rares expériences où les femelles culardes ont été accouplées avec des taureaux eux-mêmes culards, les difficultés de vêlage deviennent alors maximales, (Tableau 43). Notons que dans ce cas, la plupart des veaux sont aussi culards.

3.4.2.2. - Discussion de l'incidence du caractère culard sur les difficultés de vêlage.

Le caractère culard intervient en fait à deux niveaux pour expliquer l'importance des difficultés de vêlages liées à son utilisation : chez le veau (qu'il soit culard ou qu'il soit de père culard seulement) et chez la mère. l'interprétation des incidences du caractère culard est donc double, et fait intervenir (VISSAC et al., 1971) :

.../..

TABLEAU 43

INCIDENCE DU CARACTERE CULARD SUR LES DIFFICULTES DE VELAGES

(% de césariennes)

(échantillon d'animaux de race Charolaise étudié par VISSAC et al. 1971)

GENOTYPE PATERNEL / GENOTYPE MATERNEL	CULARD	NORMAL
CULARD	80 % n = 5	62 % (n = 29)
NORMAL	50 % n = 14	0,0 % (n = 21)

- d'une part, le déséquilibre entre le format de la femelle culard et celui de son veau,

- et d'autre part, la disproportion entre la morphologie du veau et celle de sa mère.

3.4.2.2.1. - Incidence du caractère culard sur le format du veau et de sa mère.

D'après les résultats bibliographiques précédents et plus particulièrement l'analyse de VISSAC et al. (1971), le caractère culard affecte la courbe de croissance pondérale des bovins : les veaux naissent avec un poids plus élevé ; leur croissance durant la phase d'allaitement est supérieure ou égale avec cependant un premier ralentissement ; puis, au-delà d'un an environ, les culards présentent une croissance inférieure aux bovins normaux. Ainsi, les femelles culardes auraient un poids adulte inférieur aux femelles de types normaux (5 à 20 % pour RAIMONDI, 1957 ; 22 % à 30 mois pour VISSAC et al., 1971). Chez le culard ce ralentissement de croissance, de la phase utérine à la phase allaitement puis à la phase élevage, conduit donc à des vêlages de femelles de poids adulte plus faible pour des foetus de poids plus élevé, c'est-à-dire à un fort déséquilibre du rapport : poids veau/poids mère lors du vêlage. Une telle relation allométrique, selon la théorie de MONTEIRO (1969), expliquerait une partie des difficultés de vêlage de bovins culards.

3.4.2.2.2. - Incidence du caractère culard sur la morphologie du veau et de sa mère.

Quand nous analyserons les effets du caractère culard sur la morphologie des bovins, deux phénomènes importants sont à signaler en ce qui concerne la répartition tissulaire chez ces animaux et, notamment, celle des muscles et des os :

a) - l'hypertrophie musculaire du bovin culard se traduit par un rapport de de poids : Viande/Os supérieur à l'animal normal ;

b) - l'hypertrophie musculaire suit un gradient, positif cephalo-caudal pour le tronc, d'une part, et proximo-distal pour les membres, d'autre part.

Ces deux phénomènes ont des incidences différentes sur la morphologie du veau et de la mère, qui expliquent une partie des difficultés de vêlage chez les bovins culards.

3.4.2.2.2.1 - Morphologie du veau culard.

Souvent le veau culard ne présente pas une hypertrophie musculaire très prononcée lors de sa naissance, celle-ci ne devient très visible qu'après quelques semaines d'allaitement. Cependant, cette hypertrophie fait que les veaux culards ont un squelette plus réduit pour un système musculaire plus développé, indépendamment des différences de poids (MACKELLAR, 1968) (Tableau 44). Ceci nous conduit à supposer que pour des poids de naissance équivalents, les veaux culards ont un développement plus en largeur (compacité)que les veaux de type normal ; ce serait une cause de difficultés au vêlage de ces veaux. Par ailleurs, l'hypertrophie musculaire atteignant son maximum pour les parties postérieures de l'animal (gradient cephalo-caudal), il semblerait que les veaux culards aient un arrière train comparativement plus volumineux que les veaux normaux (au niveau des trochanters) (VISSAC et al., 1971) (Tableau 45). Outre leur plus grande compacité, cette morphologie particulière expliquerait également une autre part des difficultés de mise-bas des veaux culards.

Ainsi, dans le cas du croisement de 1ère génération de taureaux culards avec des vaches normales, l'accroissement des difficultés de vêlage constaté par VISSAC et al. (1971) : + 50 % de césariennes, doit donc résulter non seulement de l'augmentation du poids de naissance des veaux issus de ces accouplements (+ 4,0 kg) mais aussi des modifications de la morphologie de ces veaux : dans le cas de ce croisement, 10 % environ des veaux sont d'ailleurs eux-mêmes culards (VISSAC et al., 1970 b). Par contre, dans le cas d'une utilisation de ces taureaux culards en croisement industriel sur des femelles de races laitières, mixtes ou rustiques, où le taux de veaux qui naissent culards est alors faible (0 à quelques %), l'accroissement des difficultés de vêlages dûes à la présence du caractère culard chez le père est faible malgré l'augmentation de poids des veaux à la naissance (BELIC et MENISSIER, 1968).

.../..

TABLEAU 44

COMPARAISON DU POIDS DES GROUPES MUSCULAIRES ET DES OS DE VEAUX CULARDS (n = 4) et NORMAUX (n = 3) A LA NAISSANCE.

(MACKELLAR, 1968)

BASE DE COMPARAISON	POIDS MOYEN (en g)		% DE POIDS TOTAL DU VEAU		RAPPORT (1)/(2)
	CULARDS	NORMAUX	CULARDS (1)	NORMAUX (2)	
AVANT					
- muscles sur le scapulum					
infraspinatus	416	183	0,643	0,490	1,312
supraspinatus	344	130	0,528	0,348	1,512
triceps	800	290	1,240	0,770	1,610
- muscles sur l'humérus					
biceps brachii	101	57	0,157	0,153	1,026
- muscles sur le radius					
extra carpi radialis	157,5	103	0,244	0,276	0,884
ARRIERE					
- muscles fixés aux os du bassin :					
semitendinosus	339	182	0,526	0,487	1,080
semimembranosus	890	447	1,38	1,19	1,529
vastus lateralis	364	157	0,565	0,420	1,345
- muscles sur le tibia					
gastrocnemius	546	230	0,845	0,617	1,362
OS					
Humérus	401	362	0,672	0,970	0,692
Fémur	597	450	0,922	1,21	0,761
Tibia	427	357	0,660	0,957	0,689

TABLEAU 45

COMPARAISON DES CIRCONFERENCES DES VEAUX CULARDS ET NORMAUX A LA NAISSANCE (VISSAC et al. 1971)

MESURES	DIFFERENCES (NORMAUX-CULARDS)	
	MALES	FEMELLES
Circonférence cephalo-metacarpienne	+ 1,6 cm	+ 0,5 cm
Circonférence scapulo-thoracique	+ 1,5 cm	+ 0,9 cm
Circonférence iliaco-ventrale	+ 5,5 cm	+ 9,1 cm
Circonférence sacro- coxorotulienne	- 7,6 cm	- 7,9 cm
Poids moyen à la naissance	+ 1,4 kg	- 1,5 kg
Effectif : veaux normaux	5	4
veaux culards	4	11

3.4.2.2.2.2. - Morphologie de la vache cularde.

Notons que comme dans le cas du veau, l'hypertrophie musculaire conduit la femelle cularde à avoir un squelette proportionnellement plus réduit que celui des femelles de type normal, indépendamment de son poids adulte plus faible (compacité plus grande). De plus, en fonction du gradient de réduction du squelette c'est au niveau du coxal que semble se manifester les différences maximales entre culards et normaux. En effet, VISSAC (1968) sur des taurillons Charolais culards et normaux âgés de 20 mois et MACKELLAR (1968) sur 3 génisses de la race Devon dont une cularde (34 mois) et 2 normales (34 et 28 mois), trouvent que la réduction du poids des os du culard (en valeur relative) augmente, pour chaque membre, du segment distal au segment proximal (Tableau 46). Ainsi l'os coxal, qui détermine l'ouverture pelvienne apparaît comme l'os dont la croissance est la plus affectée ; effectivement, les mesures comparées du bassin de taurillons culards et normaux (race Charolaise) indiquent une réduction particulièrement nette au niveau de l'ilium et de la branche iliaque (VISSAC, 1968) (Tableau 47). Cette réduction de la taille de l'os coxal se traduit, chez l'animal culard, par une diminution de son ouverture pelvienne (donc de son aptitude au vêlage) ; cette diminution a été constatée aussi bien sur les taurillons culards (MOINE, 1967) ou a très forte musculature (REGIS, 1969) que chez les femelles culardes (MOINE, 1967) ou très fortement musclées (DERIVAUX et al., 1964) (Tableaux 48, 49, 50). Pour MOINE (1967), la réduction d'ouverture pelvienne serait surtout due à une diminution de la largeur du canal pelvien plutôt que de la hauteur sacro-pubienne.

Selon FAGOT (1964), la cavité délimitée par les intérieurs des ailes des ilium (ouverture pelvienne) est en rapport avec l'hypertrophie musculaire au niveau du bassin ; en effet les muscles du train postérieur qui sont les plus "liés" au bassin (gluteus profundus et medius) sont les plus affectés par l'hypertrophie musculaire d'origine génétique (ROLLINS et al. 1969). Selon ce dernier auteur et MACKELLAR (1968) les autres muscles fixés aux os du bassin sont également très affectés par ce caractère (Tableau 51). Cette hypertrophie entraînerait une disposition particulière de l'aile de l'ilium ; en effet, DERIVAUX et al. (1964) constatent que chez l'animal culard ou fortement musclé "l'aile de l'ilium est disposée obliquement d'arrière en avant, de dedans en dehors et de haut en bas, par rapport au sacrum. L'angle externe des hanches est alors affaissé, plus bas que l'angle interne et se trouve comme noyé dans l'épaisseur du flanc". Pour de tels animaux, leur croupe

.../..

TABLEAU 46

RAPPORT DES POIDS DES OS ENTRE BOVINS CULARDS ET NORMAUX

OS \ REFERENCE	MACKELLAR (1968)	VISSAC (1968)	ROLLINS et al.(1969)
Membre postérieur			
Coxal	0,65	0,83	
Fémur	0,76	0,88	0,92
Tibia	0,88	0,91	1,01
Tarsus	1,03	0,96	1,00
Membre antérieur			
Scapulum	0,70	0,87	1,05
Humérus	0,84	0,85	0,95
Radius	0,89	0,90	1,02
Métacarpus	0,91	0,94	1,00

TABLEAU 47

MESURES COMPAREES DU BASSIN DE TAURILLONS CHAROLAIS CULARDS ET NORMAUX (SUR CARCASSE) - (VISSAC, 1968)

	CARACTERE	DIFFERENCES CULARDS - NORMAUX		
		A 15 mois	A 20 mois	A 30 mois
EXTERIEUR DU BASSIN	Longueur du bassin	- 1,5 cm *	- 1,6 cm	- 2,4 cm
	Largeur aux hanches	- 0,5 cm	- 2,2 cm *	+ 1,0 cm
	Largeur aux trochanters	+ 2,3 cm *	+ 3,1 cm	+ 5,0 cm **
OS COXAL	Poids du coxal	- 140 g **	- 225 g **	- 172 g *
	Largeur de l'aile de l'ilium	- 1,2 cm **	- 2,3 cm **	-
	Largeur du col de l'ilium	- 0,3 cm **	- 0,5 cm **	-
	Largeur du coxal	- 0,7 cm	- 3,0 cm **	-
	Largeur de la petite échancrure sciatique au trou ovalaire	- 0,3 cm *	- 0,3 cm	-

* significative au seuil 0,05

** significative au seuil 0,01

TABLEAU 48

MESURES COMPAREES DU BASSIN DES BOVINS CHAROLAIS CULARDS ET NORMAUX (MOINE,1967)

	TAURILLONS			VACHES		
	N	C		N	C	
EFFECTIF	28	12	N - C	12	13	N - C
AGE	18 mois	12 mois		3,6 vêlages	2,1 vêlages	
Poids (kg)	525	466	59 **	(1)	(2)	
O.P. (cm^2)	173	152	21 **	335	283	52 **
H.S.P. (cm)	14,67	14,24	0,43	19,76	18,35	1,41 *
L.B.I.M. (cm)	11,75	10,72	1,03**	17,01	15,40	1,61**

(1) Tour de poitrine : 198,4 cm (animaux élevés au PIN AU HARAS)

(2) Tour de poitrine : 199,0 cm (animaux élevés à LA MINIERE)

* P = 0,05

** P = 0,01

TABLEAU 49

MESURES COMPAREES DU BASSIN DE TAURILLONS CHAROLAIS A FORTE MUSCULATURE ET NORMAUX (SUR ANIMAUX VIVANTS AGES DE 13 MOIS)

(REGIS, 1969)

TYPE MORPHOLOGIQUE	POIDS (kg) AGE CONSTANT	O.P. (cm^2) AGE CONSTANT	O.P. (cm^2) POIDS CONSTANT	H.S.P.(cm)	L.B.I.M. (cm)
(1) Forte musculature	535	143	130	14,2	10,15
(2) Elevage (osseux)	438	177	195	15,2	11,60
Différence 1-2	+ 97 **	- 34 **	- 65 **	- 1 *	- 1,45 **

* ($P < 0,05$)

** ($P < 0,01$)

TABLEAU 50

MESURES COMPAREES DU BASSIN DES GENISSES NORMALES ET A FORTE MUSCULATURE EN RACE MOYENNE ET HAUTE BELGIQUE (SUR CARCASSE)

(DERIVAUX et al., 1964)

TYPE D'ANIMAL	NORMAL	COMPACT
EFFECTIF	4	17
O.P. (cm^2)	345	302

TABLEAU 51

COMPARAISON DES POIDS DES GROUPES MUSCULAIRES DES BOVINS CULARDS ET NORMAUX (Rapport = $\frac{P\ culard}{P\ normal}$)

BASE DE COMPARAISON	MACKELLAR (1968)	ROLLINS et al. (1969)
PARTIE AVANT		
- Muscles sur le scapulum :		
infraspinatus	1,18	
supraspinatus	1,26	
- muscles sur l'humérus :		
Biceps Brachii	1,02	
Total sur le sigment distal	1,21	1,92
- Muscles sur le segment proximal :		
Extra-carpi radialis	1,26	
Total sur le segment proximal	1,19	1,42
PARTIE ARRIERE		
- Muscles de la croupe et de la cuisse :		
semitendinosus	1,25	1,86
semimembranosus	1,18	1,85
vastus lateralis et med.	1,23	
gluteus profondus	1,01	1,99
gluteus medius	1,17	
glacilis	1,10	1,22
sartorius	1,56	1,20
tensor fascia latus	1,25	1,72
biceps femoris	1,39	1,72
quad. femoris	0,98	1,39
Total	1,22	1,62
- Muscles du segment tibial :		
gastrocnemius	1,19	1,47
Total sur le segment proximal	1,14	1,20
Total sur l'ensemble de muscles	1,20	1,61

apparaît alors rectangulaire, voire trapézoïdale renversée et la hauteur définie par DEGHILAGE (1911) à savoir la perpendiculaire abaissée de l'articulation lombo-sacrée sur la transversale réunissant les 2 angles de la hanche, augmente, en comparaison à l'animal de "type laitier" (DERIVAUX et al. 1964). Ce mouvement de torsion de l'aile de l'ilium vers l'intérieur des flancs se continuerait sur le col de l'ilium jusqu'à la cavité cotyloïdienne entraînant :

- d'une part, un rétrécissement de l'ouverture pelvienne au niveau du diamètre transversal notamment dans la partie inférieure (DERIVAUX et al. 1964 ; FAGOT, 1965).

- d'autre part, un développement anormal de la symphyse pubienne qui, provoquant l'apparition d'une crête pubienne plus importante, réduit la hauteur sacro-pubienne (DEGHILAGE, 1911 ; FAGOT, 1964 ; DERIVAUX et al., 1964 ; FAGOT, 1965). L'incidence de ce phénomène sur la surface du détroit pelvien antérieur est toutefois plus faible que celle due à la réduction des dimensions horizontales (MOINE, 1967).

La liaison entre les variations de configuration de la croupe et la surface du détroit pelvien antérieur a d'ailleurs été observée par FAGOT (1965) (Tableau 52).

3.4.3. - VARIATIONS ENTRE DESCENDANCES PATERNELLES

Comme précédemment, nous allons présenter les principales études ou résultats bibliographiques, avant de les discuter.

3.4.3.1. - Résultats bibliographiques.

La plupart des études sur les variations génétiques des conditions de vêlage concernent les variations de ces caractères entre descendances paternelles, c'est-à-dire l'effet direct du taureau lors de la naissance de ses veaux. Peu de travaux sont consacrés aux différences enregistrées dans l'aptitude au vêlage des filles du taureau (effet maternel ou effet indirect du taureau).

.../..

TABLEAU 52

INCIDENCE DE LA CONFIGURATION DE LA CROUPE SUR LA SURFACE DU DETROIT PELVIEN ANTERIEUR (MESURES SUR CARCASSES DE GENISSES DE RACE HAUTE ET MOYENNE BELGIQUE) - (FAGOT, 1965).

TYPE DE CROUPE	TRAPEZOIDALE NORMALE (1)	RECTANGULAIRE (2)	TRAPEZOIDALE RENVERSEE (3)
Nombre d'observations	4	4	13
Ouverture pelvienne (cm2)	345	317	298,6

(1) la largeur aux hanches est supérieure (au moins 2 cm) à la largeur aux trochanters.

(2) les largeurs aux hanches et aux trochanters sont égales à 1 cm près.

(3) la largeur aux trochanters dépasse de 2 cm et plus la largeur aux hanches.

3.4.3.1.1. - Effet direct sur les conditions de vêlage.

De nombreux auteurs signalent des différences notables de fréquences de vêlages difficiles entre descendances de taureaux : VAN DIETEN (1963), BONFERT (1964), EDWARDS et al. (1966) ; DRYER et SMIDT (1966), LINDHE (1966), SMIDT et CLOPPENBURG (1967), WILLIAMS (1968), BELIC et MENISSIER (1968) et BELIC et al. (1968) (Tableau 53).

A partir de ces résultats, quelques auteurs ont estimé l'héritabilité de ces difficultés de vêlage. Les estimations d'héritabilité obtenues par ces divers auteurs sont toutes inférieures à 10 % (Tableau 54)

3.4.3.1.2. - Effet maternel ou effet indirect sur les conditions de vêlage :

Les études sur cet effet sont plus rares, DREYER et SMIDT (1966) observent d'importantes différences entre lestaux de vêlages difficiles enregistrés sur les groupes de demi-soeurs issuesde taureaux d'insémination artificielle (de 5,5 % à 17,7 %). MENISSIER (1970) fournit de son côté, une valeur du coefficient d'héritabilité de l'effet maternel de 35 %, estimée à partir d'un échantillon d'environ 130 vêlages de génisses charolaises, celles-ci âgées de 2 ans, étaient issues de 9 taureaux et inséminées par un même géniteur (Station de sélection Charolaise d'Agonges).

Si l'on combine par sélection l'effet direct et l'effet maternel on pourrait donc obtenir une modification rapide de l'aptitude au vêlage. Les résultats de DREYER et SMIDT (1966) sont significatifs à cet égard : en accouplant le taureau donnant le taux de vêlages difficiles le plus élevé en "effet direct" (23,5 %) avec les filles des taureaux dont les descendances femelles vêlent le plus mal (17,7 % et 12,6 %) ils obtiennent à la suite de ces accouplements respectivement 53,8 % et 63,6 % de vêlages difficiles.

.../..

TABLEAU 53

VARIATIONS DE FREQUENCE DE DIFFICULTES DE VELAGES SELON LES TAUREAUX ET L'AGE DES FEMELLES AUXQUELLES ILS SONT ACCOUPLES.

AUTEUR	RACE DU TAUREAU	GENISSES			VACHES			TOTAL		
		NOMBRE DE TAUREAUX	NOMBRE DE VEAUX	VALEURS EXTREMES DE % DE VELAGES DIFFICILES	NOMBRE DE TAUREAUX	NOMBRE DE VEAUX	VALEURS EXTREMES DE % DE VELAGES DIFFICILES	NOMBRE DE TAUREAUX	NOMBRE DE VEAUX	VALEURS EXTREMES DE % VELAGES DIFFICILES
BELIC et al. (1968)	ROUGE DANOISE	7	114	7,14 - 28,67	7	485	1,92 - 8,20	7	599	3,0 - 8,48
	FRISONNE	3	52	6,25 - 20,00	3	215	1,25 - 3,94	3	267	4,35- 6,67
	SIMMENTAL	8	157	25,00-37,50	6	124	3,45 -20,0	8	281	3,22-41,18
EDWARDS et al. (1966)	CHAROLAISE							15	1187	1,1 - 19,7
VAN DIETEN(1963)	PIE-NOIRE	15	4633	5,50-31,30	14	8911	0,8 - 3,5			
BONFERT (1964)	PIE-ROUGE	4	153	4,70-22,80	4	709	1,5 - 5,0	4	862	2,0 - 7,8
	PIE-NOIRE	3	98	5,80-14,00	3	489	1,2 - 4,3	3	587	2,0 - 5,8
	PIE-ROUGE	2	50	7,40-17,40	2	394	2,0 - 5,5	2	444	3,7 - 5,5
DREYER et SMIDT (1966)	PIE-ROUGE			6,30-38,30			0,0 - 25,0	8	1991	3,8-23,5
SMIDT et CLOPPENBURG (1967)	PIE-NOIRE								8000	5,5 - 33,3

TABLEAU 54

COEFFICIENTS D'HERITABILITE DES DIFFICULTES DE VELAGE

(Corrélationsentre demi frères ou soeurs paternelles)

REFERENCE	RACE DES TAUREAUX	RACES DES FEMELLES	EFFECTIF DE VELAGES	h^2	TYPE DE FEMELLES
SMIDT et CLOPPENBURG (1967)	PIE-NOIRE	PIE-NOIRE	3.000	0,043	Génisses
				0,037	Vaches
BELIC et MENISSIER (1968)	CHAROLAIS[E]	diverses races	3.150	0,050	Vaches
GAILLARD (1969)	SIMMENTAL	SIMMENTAL	28.089	0,076	Vaches et Génisses
	BRUNE DES ALPES	BRUNE DES ALPES	5.134	0,022	

3.4.3.2. - Discussion des résultats.

3.4.3.2.1. - Effet direct.

Tous les auteurs insistent sur les relations entre le poids moyen des veaux à la naissance, la durée de gestation et le taux de vêlages difficiles, entre descendances paternelles. BONFERT (1964) trouve que la fréquence des difficultés de vêlage est liée à celle des veaux lourds dans chaque descendance. De même EDWARDS et al. (1966) comparant 15 taureaux charolais en croisement avec des femelles de races britanniques, signalent que les descendances extrêmes quant au poids moyen des veaux à la naissance (90 lb et 105 lb) le sont pratiquement aussi en ce qui concerne le pourcentage de vêlages difficiles : (1,1 et 15,9 %. Ces différences correspondent aussi à un écart de 4 jours entre les durées moyennes de gestation (286 et 290 jours respectivement).

BELIC et MENISSIER (1968) ont, de leur côté, estimé le coefficient de corrélation entre le poids moyen à la naissance et le taux de difficultés de vêlages des descendances de taureaux charolais utilisés en croisement industriel : le résultat obtenu sur 3130 vêlages : + 0,64 correspond à une corrélation génétique équivalente à + 1 ; ce résultat, pour une utilisation des taureaux de races à viande en croisement industriel, indique une étroite similitude entre le déterminisme génétique des difficultés de vêlage (effet direct) et le poids de naissance des veaux ; ceci se comprend aisément. Ces deux auteurs signalent la difficulté devant laquelle on se trouve, dans une race comme la Charolaise où se manifestent des troubles de vêlage fréquents, pour réduire ces difficultés de vêlage (h^2 = 0,05) étroitement liées au poids à la naissance (h^2 = 0,23) sans trop affecter ce dernier qui conditionne le potentiel de croissance postnatal des veaux destinés à être abattus à 3 mois (h^2 du poids à 3 mois = 0,10). VISSAC et POUJARDIEU (1968), trouvent en effet que l'espérance du gain génétique (en kg) sur le poids à la naissance est égal à 25 ou 30 % du gain génétique obtenu par sélection directe sur le poids à 3 mois = 1 kg pour 3,5 kg. Or ces mêmes auteurs montrent que le pourcentage de vêlages difficiles dans ces conditions augmente de + 1 % lorsque le poids à la naissance passe de 45 à 46 kg et de + 2 % lorsqu'il passe de 55 à 56 kg.

.../..

Plus récemment, à partir de ces paramètres génétiques et pour une utilisation en croisement, FOULLEY et ROUVIER (1971) ont montré qu'une sélection des taureaux où l'on contraindrait le poids de naissance à rester constant, réduirait le progrès génétique réalisé sur le poids des veaux à 75 jours de respectivement 50 % et 70 % dans le cas des taureaux charolais et limousins.

Les variations de difficultés de vêlage d'une descendance à une autre liées à la morphologie des veaux n'ont pas été analysées ; toutefois BELIC et al. (1968) (Tableau 55) signalent des différences notables entre taureaux pour le poids moyen des veaux issus de vêlages difficiles ; si ces différences sont significatives (ce que les auteurs n'indiquent pas) elles pourraient être dues en partie à des variations morphologiques des veaux à la naissance.

3.4.3.2.2. - Effet maternel indirect sur les conditions de vêlage.

Les différences de fréquence des difficultés de vêlage entre lots de filles issues de différents taureaux peuvent être également liées à des variations dans le poids moyen et la morphologie des veaux issus de chacun de ces lots ; elles peuvent aussi provenir de différences dans l'ouverture pelvienne des groupes de filles (demi-soeurs paternelles).

Si nous possédons encore peu d'informations sur les différences génétiques d'effet maternel sur le poids et la morphologie des veaux à la naissance, nous disposons par contre des premières estimations d'héritabilité des mesures d'ouverture pelvienne. Ces estimations sont en général élevées (Tableau 56) et de l'ordre de 0,30 à 0,70 ; ce résultat est logique puisqu'il s'agit de caractères de développement squelettique peu liés à l'influence du milieu dans des conditions normales d'exploitation. Ces valeurs prouvent l'intérêt de ces mesures et l'efficacité de la sélection réalisable sur celles-ci pour l'amélioration d'une race. Nous ne disposons encore d'aucune estimation sérieuse sur le coefficient de corrélation génétique entre l'ouverture pelvienne et les difficultés de vêlage de groupes de demi-soeurs paternelles. Un certain nombre d'expérimentations, dans le cadre de la race Charolaise, devraient permettre de réaliser ces estimations (MENISSIER, 1970).

.../..

TABLEAU 55

POIDS MOYEN DES VEAUX ISSUS DE VELAGES DIFFICILES SELON LES DESCENDANCES PATERNELLES (BELIC et al., 1968)

RACE PATERNELLE	RACE MATERNELLE	GENISSES			VACHES		
		NOMBRE DE TAUREAUX	NOMBRE DE VEAUX	POIDS MOYENS EXTREMES (kg)	NOMBRE DE TAUREAUX	NOMBRE DE VEAUX	POIDS MOYENS EXTREMES (kg)
ROUGE DANOISE	ROUGE DANOISE	7	114	33,3-38,3	7	485	32,9-39,5
PIE-NOIRE	ROUGE DANOISE	3	52	28,0-33,0	3	215	30,0-35,3
SIMMENTAL	ROUGE DANOISE	8	157	33,0-40,3	6	124	32,0-40,0

TABLEAU 56

COEFFICIENTS D'HERITABILITE DES MESURES D'OUVERTURE PELVIENNE

REFERENCE	NOMBRE DE TAUREAUX	NOMBRE DE DESCENDANTS	(H.S.P.) HAUTEUR SACRO-PUBIENNE	(L.B.I.M.) LARGEUR BIS-ILIAQUE MEDIANE	(O.P.) OUVERTURE PELVIENNE	OBSERVATIONS *
MOINE (1971) (1)	16	121	0,45	0,59	0,66	(M) 1 an en station
REGIS (1969) (2)	9	191	-	-	#1,0	(F) 1 an en station
COUTEAUDIER (1970)	30	77	0,30	0,09	0,80	(F) 1 an en élevage
COUTEAUDIER (1970)	32	107	0,77	0,38	0,38	(F) 2 ans en élevage
COUTEAUDIER (1970)	20	39	0,70	0,00	0,37	(F) 3 ans en élevage
COUTEAUDIER (1970)	99	227	0,66	0,20	0,48	(F) 4 ans en élevage

- / (1) h^2 estimée par corrélation entre demi frères paternels

- / (2) h^2 estimée par corrélation entre demi soeurs paternelles

* M : Mâle

F : Femelle

3.4.4. - VARIATIONS INDIVIDUELLES.

Nous distinguerons dans l'analyse de ces variations, d'une part, les résultats relatifs à l'influence séparée de chacune des principales caractéristiques du couple mère-veau (dimensions du veau, du canal pelvien de la mère) sur les difficultés de vêlages, puis d'autre part, les résultats obtenus par régression multiple correspondant à l'infuence combinée de ces caractéristiques.

3.4.4.1. - Résultats analytiques.

3.4.4.1.1. - Dimensions du veau.

Tous les auteurs s'accordent pour conclure que les dimensions du veau représentent le facteur de variation essentiel de l'aptitude au vêlage. VAN DEPLASSCHE et al. (1965) remarquent que de la classe de poids de naissance des veaux : 41 à 45 kg, à celle de 46 à 50 kg, le taux de vêlages dystociques s'élève de 1,33 % à 2,36 %, soit un accroissement de + 1,03 % pour 5 kg. CROWLEY (1965) avec des veaux croisés Charolais × races laitières anglaises note respectivement des taux de difficultés de vêlage de 13,3 %, 14,3 % et 48,2 % pour les classes de poids de naissance suivantes : 75,0 lb, 76-84 lb, et au delà de 85 lb. De même REYNEKE et PENZHORN (1964) pour des vaches Pie-Noire de race pure ou croisées avec des taureaux Charolais, ont montré que les poids à la naissance correspondant à des vêlages assistés par un vétérinaire, sont nettement supérieurs à ceux des veaux nés sans cette assistance. LINDHE (1966) avec des femelles Pie-Rouge Suédoise croisées à des mâles de races européennes (Charolaise, Angus, Rouge Danoise, Frisonne et Pie-Rouge Suédoise) trouve lui aussi un accroissement du taux de vêlages difficiles avec l'augmentation du poids de naissance des veaux nés. NAUDE (1967) avec des mâles Charolais accouplés à des femelles frisonnes et BELIC et al. (1968) avec des génisses de la race Danoise Rouge trouvent, eux aussi, des variations de poids à la naissance entre les veaux issus des vêlages assistés ou difficiles, et ceux nés de vêlages non assistés ou faciles.

ANDERSON (1968), sur des vaches de races à viande âgées de 3 ans, indique qu'en passant du groupe de veaux pesant en moyenne 73,0 lb à celui des veaux de 78,0 lb le taux de vêlages assistés croît de 9,7 % à 15,8 %. Pour les veaux pesant 69,0 lb et 71,0, issus de mères âgées de 2 ans, les taux de vêlages assistés étaient de 24,2 %

.../..

et 43,2 % respectivement. Nous avons en outre rassemblé sur le tableau 57, les coefficients de corrélation entre le poids à la naissance et les difficultés de vêlage présentés par divers auteurs. Les conditions de parturition ont été évidemment appréciées suivant des codifications variables d'une étude à une autre ; cela a pu avoir une incidence sur les résultats obtenus, en particulier sur l'estimation de la corrélation statistique. Nous obtenons une estimée commune de ces coefficients en utilisant la transformation de FISCHER, $Z = \frac{1}{2}\left[\log_e (1+r) - \log_e (1-r)\right]$

Comme nous l'avons déjà signalé, cette relation dépend en partie de la durée de gestation : nous avons rassemblé sur le tableau 58 les coefficients de corrélation entre le poids à la naissance et la durée de gestation rappelés par BOUGLER et DERVEAUX (1970) ; comme ci-dessus nous avons déterminé une estimée commune de ces coefficients. Quant aux coefficients de corrélation entre les difficultés de vêlage et la durée de gestation (+ 0,38 REGIS, 1969; + 0,24 OSINGA, 1970), ils manifestent une assez grande variabilité. En fait l'influence de la durée de gestation, comme celle du poids à la naissance sur les conditions de vêlage devrait être exprimée de façon plus analytique que par le calcul d'un coefficient correspondant à une simple liaison linéaire.

Si les vétérinaires praticiens signalent le volume exagéré du foetus et non son poids comme raison première de leurs interventions lors de vêlages difficiles (DEGHILAGE, 1911 ; WRIGHT, 1958 ; DERIVAUX et al., 1964 ; FRIEDLI, 1966 ; HANSEN, 1966 ; CHAPPAT, 1967 ; WILLIAMS, 1968), cette expression ne correspond pas à une mesure précise. BEN DAVID (1964 a) utilise les mesures circulaires des veaux à la naissance pour préciser le format de ce dernier. Il trouve, sur des génisses frisonnes israëliennes, que ces mesures sont significativement plus élevées ($P < 0,05$) dans le cas de vêlages dystociques que dans celui de vêlages normaux. REGIS (1969) observe que la mesure circulaire au niveau des trochanters est sensiblement plus intéressante que le poids à la naissance pour prédire les difficultés de vêlage ; c'est le contraire pour la mesure circulaire au niveau des épaules.

3.4.4.1.2. - Ouverture pelvienne.

BEN DAVID (1964 a) sur 49 génisses frisonnes israëliennes, trouve que la fréquence des dystocies est liée à celle des faibles ouvertures pelviennes de ces femelles. Cet auteur note une différence significative ($P < 0,05$) entre les mesures internes du bassin des vaches vêlant facilement et celle des vaches ayant des vêlages dystociques.

.../..

TABLEAU 57

COEFFICIENTS DE CORRELATION PHENOTYPIQUE SIMPLE ENTRE LE POIDS A LA NAISSANCE ET LES CONDITIONS DE VELAGE (Notées par chiffre dont la valeur croît avec la difficulté de mise-bas).

REFERENCE	RACE OU CROISEMENT PERE × MERE	NOMBRE DE DONNEES	NOMBRE DE CLASSES (1)	r Phénotypique	SIGNIFICATION AU SEUIL DE PROBABILITE	OBSERVATIONS
REGIS (1969)	CC × CC	71	4	+ 0,73	0,01	1er vêlage à 2 ans
COUTEAUDIER (1970)	CC × CC	38	5	+ 0,61	0,01	1er vêlage à 3 ans
			188	+ 0,24	0,01	2ème vêlage
SAGEBIEL et al. (1969)	CC × CC	51	8	+ 0,24	0,10	génisses 2 ½ ans et vaches
	AN × AN	49		+ 0,25	0,10	
	HE × HE	51		- 0,03	0,10	
	AN × CC	54		0		
	CC × AN	43		+ 0,37	0,05	
	AN × HE	50		+ 0,40	0,01	
	HE × AN	52		+ 0,28	0,05	
	CC × HE	54		+ 0,35	0,01	
	HE × CC	57		- 0,04	0,10	
	veaux issus des mères: AN	144		+ 0,36	0,01	
	HE	155		+ 0,24	0,01	
	CC	162		+ 0,16	0,05	
	Totalité des veaux :	461		+ 0,11	0,05	
BELLOWS et al. (1969)	HE × HE	95		+ 0,54	0,01	1er vêlage vers 2 ans
	AN × AN	103		+ 0,48	0,01	
RICE (1969)	HE × HE	59		+ 0,36	0,01	1er vêlage à 2 ans
	AN × AN	93		+ 0,44	0,01	
Estimée commune (2)				+ 0,25	0,01	

(1) Nombre des classes considérées dans l'appréciation des conditions de vêlage

(2) Après transformation $Z = \frac{1}{2}\left[\log_e (1+r) - \log_e (1-r)\right]$

CC : CHAROLAISE
AN : ABERDEEN ANGUS
HE : HEREFORD

En cas de croisement, la race paternelle figure la première.

TABLEAU 58

COEFFICIENTS DE CORRELATION PHENOTYPIQUE SIMPLE ENTRE LE POIDS DU VEAU A LA NAISSANCE ET LA DUREE DE GESTATION.

(BOUGLER et DERVEAUX, 1969)

REFERENCE	RACE OU CROISEMENT	COEFFICIENT DE CORRELATION
Races laitières et croisement.		
DAVIS et al. (1954)	HOLSTEIN	0,26
EVERETT et al. (1965)	HOLSTEIN	0,57
FORREST (1964)	HOLSTEIN	0,43
JAFAR et al. (1950)	HOLSTEIN	0,52
PLUM (1965)	HOLSTEIN	0,43
JUNA et al. (1967)	PIE-NOIRE	0,33
VOS et al. (1966)		0,36
MAKELA (1965)	AYRSHIRE	0,15
de FRIES et al. (1959)	AYRSHIRE, HOLSTEIN, JERSEY	0,40
ANDERSEN (1962)	ROUGE DANOISE	M : 0,36 F : 0,23
NIELSEN (1964)	ROUGE DANOISE	0,42
DVORACEK et al. (1952)	PIE-ROUGE des montagne	0,23
LAMPO et al. (1965)	PIE-ROUGE de Flandre Orientale	M : 0,42 F : 0,27
JUNA et al. (1967)	Croisement Frison	0,19
RAGAB et al. (1951)	Croisement Shorthorn	0,35
Races à viande et croisement.		
LASLEY et al. (1961)	HEREFORD	0,44
EDWARDS et al. (1966)	Croisement Charolais	0,28
Races locales.		
ALIM (1964)	Bétail du Soudan	0,27
DANASOURY (1963)	Bétail du Soudan	0,73
RAGAB et al. (1951)	Bétail Egyptien	0,32
TANTAWY et al. (1953)	Bétail Egyptien	0,34
Estimée commune *		0,36

* moyenne pondérée après transformation $Z = \frac{1}{2}\left[\log_e (1+r) - \log_e (1-r)\right]$

M : Mâle - F : Femelle

Par contre, ROBERTSON (1967) ne constate aucune liaison entre le taux de dystocies sur des génisses Hereford et Angus et leur ouverture pelvienne. BELLOWS et al. (1969), RICE (1969) et REGIS (1969) montrent quant à eux l'existence d'une liaison entre la surface de l'ouverture pelvienne (largeur bis-iliaque médiane × hauteur sacro-pubienne) et les difficultés de vêlage.

Cette liaison semble plus élevée que celle enregistrée entre les difficultés de vêlage et le poids de la femelle (- 0,16) par MONTEIRO, (1969) et qui serait suffisante d'après cet auteur pour expliquer l'influence maternelle sur les difficultés de mise-bas.

Il semblerait, d'après les résultats du tableau 59, que la liaison avec les difficultés de vêlage soit sensiblement plus étroite dans le cas de la largeur bis-iliaque qu'avec la hauteur sacro-pubienne.

Notons ainsi que l'ouverture pelvienne permet de contrôler de 5 à 10 % de la variation des difficultés de vêlage. Cela comprend à la moitié du taux de variation contrôlée par le poids à la naissance. Toutefois, d'après le tableau 48, il semblerait que la part de l'ouverture pelvienne dans le déterminisme des difficultés de vêlage diminue avec l'âge des mères au vêlage et notamment au premier vêlage.

3.4.4.1.3. - Préparation au vêlage.

Le manque de préparation de la femelle est considéré, souvent, comme le signe précurseur d'un vêlage difficile. L'atrésie vulvaire ou (et) l'hypoplasie vaginale sont les caractéristiques extrêmes d'une mauvaise préparation ; elles peuvent expliquer en partie l'origine des dystocies observées aussi bien chez les femelles très jeunes (WILLIAMS, 1968) que chez les femelles culardes (DEGHILAGE , 1911 ; RODOT, 1967). RICE (1969) sur des génisses Angus vêlant à 2 ans, indique que 54,5 % des dystocies enregistrées (77 cas) étaient dues à une contriction vaginale et à une atrésie vulvaire.

.../..

TABLEAU 59

COEFFICIENTS DE CORRELATION PHENOTYPIQUE SIMPLE ENTRE L'OUVERTURE PELVIENNE (ET SES COMPOSANTES) ET LES CONDITIONS DE VELAGE.

REFERENCE	RACE	AGE DES FEMELLES	NOMBRE D'ANIMAUX	COEFFICIENT DE CORRELATION PHENOTYPIQUE ENTRE LES DIFFICULTES DE VELAGES ET : HAUTEUR SACRO-PUBIENNE	LARGEUR BIS-ILIAQUE	OUVERTURE PELVIENNE	STADE DE MENSURATION
REGIS (1969)	CC	1er vêlage à 2 ans	71	- 0,23 P = 0,05	- 0,32 P = 0,01	- 0,30 P = 0,05	Quelques jours après vêlage
COUTEAUDIER (1970)	CC	1er vêlage à 3 ans	38	- 0,20 P = 0,10	- 0,38 P = 0,05	- 0,36 P = 0,05	
	CC	2ème vêlage et + à 4 ans et au-delà	188	- 0,07 P = 0,10	- 0,19 P : 0,05	- 0,18 P = 0,10	
BELLOWS et al. (1965)	HE	1er vêlage à 3 ans	95			- 0,18 P = 0,10	Sans précision
	AN	1er vêlage à 3 ans	103			- 0,22 P = 0,05	
RICE (1969)	HE	1er vêlage à 2 ans	59			- 0,34 P = 0,01	13 semaines avant vêlage
	AN	1er vêlage à 2 ans	93	- 0,27 P = 0,01	- 0,24 P = 0,05	- 0,31 P = 0,01	135 semaines avant vêlages
						- 0,32 P = 0,01	au vêlage

CC : CHAROLAISE
AN : ABERDEEN ANGUS
HE : HEREFORD

D'après notre protocole expérimental, REGIS (1969) a apprécié la préparation de 71 génisses charolaises au vêlage à 2 ans. Des mesures sur la vulve, des appréciations subjectives de l'état du relâchement des ligaments sacro-sciatiques et du développement mammaire, ont été réalisées par cet auteur. Il observe une corrélation négative ($r = -0,44$, $P < 0,01$) entre la note de préparation et la note de difficulté de vêlage. De même RICE (1969) trouve une corrélation positive ($r = 0,45$) entre la durée du "travail" et la difficulté du vêlage.

Par ailleurs, l'état de l'utérus (inertie, incomplète dilatation du col, torsion) peut expliquer une partie des dystocies : 17 % pour les bovins à viande en Australie (selon SLOSS et JOHNSON, 1967), et 36 % pour les bovins laitiers en Grande Bretagne (MORTEN, 1968). Ce facteur serait à lui seul plus important (notamment à 2 ans) que les dimensions de l'ouverture pelvienne dans l'estimation des difficultés de mise-bas. Ce résultat explique en partie pourquoi les mesures d'ouverture pelvienne au moment de la mise-bas, mesures qui tiennent compte de l'incidence du relâchement des ligaments, sur l'ouverture pelvienne, sont plus liées aux troubles du vêlage que les mesures effectuées chez le jeune animal ou pendant la gestation.

3.4.4.1.4. - Présentation du veau au vêlage.

Selon MORTEN (1968) les variations de présentation et de position du foetus au moment de la parturition constituent la cause la plus fréquente de dystocies chez les bovins. Sur 200 cas de dystocies étudiés par cet auteur, 102 (51 %) ont comme origine des anomalies de présentation. RICE (1969) sur des génisses Hereford et Angus vêlant à 2 ans, signale une corrélation positive ($P < 0,05$) entre la fréquence des mauvaises présentations et celle des difficultés de vêlage. En France (S.C.P.E.N., 1965), 2,8 % des vêlages dystociques dans la race Charolaise sont liés à des anomalies de présentation. Ces dernières, étudiées en Grande Bretagne sur un échantillon de 218 vêlages difficiles, issus d'accouplements de mâles charolais et de mâles de races britanniques avec des femelles anglo-saxonnes ont représenté respectivement, 2,9 % des cas.

En Australie, YOUNG (1968 b) sur un troupeau de race DEVON trouve que 32 % des dystocies sont dues à des présentations postérieures. SLOSS et JOHNSON (1967) indiquent que 34 % des difficultés au vêlage constatées dans le cheptel à viande australien correspond à des déviations de position foetale.

.../..

Aux Etats-Unis, RICE (1969) note que les mauvaises présentations expliquent 5,2 % et 46,9 % de l'ensemble des dystocies enregistrées pour des génisses vêlant à 2 ans, en race Angus et Hereford respectivement.

Enfin, les résultats de DONALD (1963) (Tableau 60) relatifs à l'utilisation de taureaux et de vaches des races britanniques selon un schéma d'accouplement factoriel montrent l'importance des anomalies de présentation dans l'apparition des difficultés de vêlage.

La liaison entre la fréquence des présentations et positions anormales du foetus au vêlage et celle des dystocies, constatée par ces divers auteurs, nous amène à envisager la possibilité d'une relation entre ces anomalies de position foetale et les facteurs principaux responsables des troubles de parturition (dimension du veau, et ouverture pelvienne de la mère) :

a - DIMENSIONS DU VEAU : ARTHUR (1966) note un taux de présentations anormales supérieur à la moyenne pour des veaux à volume exagéré à la naissance. Par contre, MORTEN (1968) conclut à l'inexistence d'un lien entre l'excès de volume du veau et sa présentation au moment de la parturition. De même, RICE (1969) n'a pas trouvé de corrélation significative entre le poids de naissance du veau et sa présentation au vêlage. Les résultats exposés par WILTBANK (1964) sont comparables à ceux de RICE (1969).

b - DIMENSIONS DE L'OUVERTURE PELVIENNE : RICE (1969) trouve une corrélation négative ($P < 0,01$) entre la surface de l'ouverture pelvienne de la mère d'une part, et les anomalies de position et de présentation du veau d'autre part (vêlage à 2 ans). Selon cet auteur, la disproportion foeto-pelvienne empêcherait le foetus de s'engager normalement dans le canal vaginal.

3.4.4.2. - Résultats synthétiques.

L'étude globale de l'incidence des diverses composantes de l'aptitude au vêlage sur la variation des dystocies a fait l'objet de travaux en général récents.

.../..

TABLEAU 60

DIFFICULTES DE VELAGES DUES A DES ANOMALIES DE PRESENTATION

(DONALD, 1963)

RACE DU TAUREAU	1er VELAGE			2ème VELAGE		
	NOMBRE DE :		DYSTOCIES DUES A DES MAUVAISES PRESENTATIONS	NOMBRE DE :		DYSTOCIES DUES A DES MAUVAISES PRESENTATIONS
	VELAGES	DYSTOCIES		VELAGES	DYSTOCIES	
HEREFORD	95	05	03 = 60,0 %	86	05	05 = 100 %
FRISONNE	206	17	05 = 29,4 %	397	16	07 = 43,7 %
AYRSHIRE	197	04	02 = 50,0 %	428	09	06 = 66,6 %
JERSEY	198	04	04 =100 %	395	00	

Dès 1964, BEN DAVID(1964 a) et NIELSEN (1965) proposent d'exprimer ces difficultés en calculant la différence entre le périmètre (ou les 2 composantes linéaires) de l'ouverture pelvienne d'une part et le périmètre (ou les composantes linéaires) mesurant l'encombrement du foetus d'autre part. Leurs résultats sont rassemblés sur le tableau 61. Dans les tableaux 62, 63, nous avons fait figurer quelques résultats d'autres auteurs. Nous remarquons facilement la relation existant entre les différences calculées et le type de vêlage. Il est par contre difficile de conclure, en l'absence d'analyse statistique, sur l'intérêt des diverses mesures d'encombrement du veau (BEN DAVID) ou d'ouverture pelvienne de la mère (NIELSEN).

Nous disposons à partir de 1969 (Tableau 64) d'études visant à préciser la contribution des variables intervenant sur les conditions de vêlage suivant qu'on les associe de telle ou telle façon. L'ouverture pelvienne et le poids du veau expliquent ensemble 40 à 50 % de la variance des difficultés de vêlage chez les génisses : REGIS (1969), RICE (1969) et COUTEAUDIER (1970). Ce pourcentage augmente, lorsqu'on tient compte en outre de la préparation au vêlage, jusqu'à 75 %.

Il semble qu'on atteigne là le plafond correspondant à la variabilité des accidents de vêlage correspondant à une disproportion morphologique foeto-maternelle, la variation résiduelle correspondant en particulier à des cas de mauvaise présentation. Il apparaît, par contre, que les estimations relatives aux vaches (COUTEAUDIER, 1970) soient beaucoup moins précises ; nous avons déjà signalé que pour ces dernières, les difficultés de vêlage liées à des phénomènes d'incompatibilité morphologique sont nettement moins fréquentes en valeur relative.

3.4.5. - Conclusion sur les variations génétiques d'aptitude au vêlage.

Les variations génétiques des difficultés de vêlage, que nous les analysions entre races et croisements ou intra-races, semblent dues à 2 phénomènes essentiels liés à la morphologie des animaux :

- d'abord à la disproportion entre la taille de la mère et du veau, due à des causes génétiques non contrôlées (caractère "culard")ou amplifiée par la recherche d'accouplements entre des femelles de petite taille et des mâles de grande taille (croisement commercial pour la production de viande).

.../..

TABLEAU 61

COMPARAISON DES MESURES D'OUVERTURE PELVIENNE ET D'ENCOMBREMENT DU VEAU SUIVANT LES CONDITIONS DE VELAGE.

REFERENCE	RACE	COMPARAISON		TYPE DE VELAGE		
				FACILE	LEGERE DYSTOCIE	SEVERE DYSTOCIE
BEN DAVID (1964 a)		Périmètre de l'ouverture pelvienne <	Circonférences céphalo-métacarpienne	+ 7,6 cm	+ 0,5 cm	- 6,4 cm
			scapulo-thoracique	- 10,0 cm	- 18,8 cm	- 24,0 cm
			iliaco-ventrale	- 2,7 cm	- 11,7 cm	- 17,2 cm
			coxo-rotulienne	- 19,9 cm	- 21,4 cm	- 36,4 cm
NIELSEN (1965)	RACE	< P*	L**	FACILE	LEGERE DYSTOCIE	SEVERE DYSTOCIE
	ROUGE DANOISE	< 0	< 0	1	1	0
			> 0	3	1	0
		0 à + 1,9 cm	< 0	10	3	0
			> 0	14	7	1
		2 à + 3,9 cm	< 0	8	2	0
			> 0	11	5	2
		> 3,9	< 0	0	0	1
			> 0	2	1	1
	PIE NOIRE	< 0	< 0	0	0	0
			> 0	0	0	0
		0 à + 1,9 cm	< 0	2	4	0
			> 0	0	4	0
		2 à + 3,9 cm	< 0	2	2	1
			> 0	7	15	11
		> + 3,9 cm	< 0	0	2	1
			> 0	0	4	3
	JERSEY	< 0	< 0	14	1	0
			> 0	2	0	0
		0 à + 1,9 cm	< 0	1	0	0
			> 0	3	0	0
		> 1,9 cm	< 0	0	0	0
			> 0	0	0	0

* P = Profondeur de poitrine - hauteur sacro-pubienne
** L = Largeur aux trochanters - largeur bis-iliaque

TABLEAU 62

DIMENSIONS DES VEAUX CHAROLAIS A LA NAISSANCE ET LIAISONS AVEC LES CONDITIONS DE VELAGE (note)

(MENISSIER, 1970)

TYPE	EFFECTIF	POIDS A LA NAISSANCE (kg)	TOUR DES:		LARGEUR DES:		HAUTEUR DE :	
			EPAULES (cm)	TROCHANTERS (cm)	EPAULES (cm)	HANCHES (cm)	POITRINE (cm)	GRASSET (cm)
Mâles	33	40,2±4,9	66,8±3,0	81,1±4,7	19,8±1,6	20,1±1,4	25,2±2,0	25,4±1,8
Femelles	13	36,9±5,0	64,6±4,2	79,2±4,7	18,7±2,9	19,7±0,9	23,9±1,6	25,4±1,7
(1) Vêlage facile	7	33,5±4,6	63,1±3,2	76,9±2,9	17,9±1,2	18,9±0,9	24,0±1,6	24,1±1,0
(2) Vêlage assisté	12	38,6±3,6	66,0±3,4	79,5±4,7	19,4±2,2	19,7±0,8	24,5±2,4	25,4±1,8
(3) Vêlage difficile	16	39,6±3,4	66,3±3,3	80,8±4,6	19,9±2,5	20,3±0,7	24,4±1,9	25,4±4,8
(6) Césarienne	11	43,1±5,6	68,2±3,0	83,7±4,1	20,0±1,2	20,7±1,4	26,4±1,5	26,3±1,8
TOTAL :	46	39,3±5,1	66,2±3,5	60,5±4,7	19,5±2,1	20,0±1,1	24,8±1,9	25,4±1,8
Coefficient de corrélation.								
Difficultés de vêlage		+ 0,57	+ 0,44	+ 0,47	+ 0,31	+ 0,54	+ 0,39	+ 0,36
Poids de naissance des veaux.	-		+ 0,87	+ 0,70	+ 0,63	+ 0,83	+ 0,55	+ 0,56

TABLEAU 63

LIAISON ENTRE LE RAPPORT POIDS DE NAISSANCE DU VEAU / OUVERTURE PELVIENNE ET LES CONDITIONS DE VELAGE AU 1er VELAGE

REFERENCE	RACE ET AGE	NOMBRE DE VELAGES	POIDS DE NAISSANCE DU VEAU (kg) / OUVERTURE PELVIENNE DE LA MERE (cm^2)	% VELAGES DIFFICILES
REGIS (1969)	Charolaise 2 ans	71	$\frac{39}{291}$ = 13 %	39,5
RICE (1969)	Hereford 2 ans	90	$\frac{30}{218}$ = 14 %	32
	Angus 2 ans	93	$\frac{28}{232}$ = 12 %	83
COUTEAUDIER (1970)	Charolaise 3 ans	38	$\frac{44}{339}$ = 13 %	60

TABLEAU 64

PRECISION D'ESTIMATION DES CONDITIONS DE VELAGE SUIVANT LA NATURE DE L'INFORMATION UTILISEE.

REFERENCE	NOMBRE DE DONNEES	RACE ET TYPE	AUTRES FACTEURS DU MODELE DES OBSERVATIONS	POIDS DU VEAU	POIDS DE LA MERE	OUVERTURE PELVIENNE	DEGRE DE PREPARATION	R
REGIS (1969)	71	Charolaise	Age et durée de gestation 2 ans	X	X	X	X	0,86
RICE (1969)	59	Hereford	âge de 2 ans	X			X *	0,58
	93	Angus	âge de 2 ans	X		X	X	0,67
			âge de 2 ans	X		X		0,62
COUTEAUDIER (1970)	38	Charolaise	âge de 3 ans	X		X		0,68
	188		âge de 4 ans et +	X		X		0,22

* Durée du temps de préparation.

- Ensuite, à la sélection en faveur de la musculature qui entraîne simultanément un accroissement des dimensions du foetus (train postérieur en particulier) et une réduction de l'ouverture pelvienne de leur mère.

4 - POSSIBILITES D'AMELIORATION GENETIQUE DE L'APTITUDE AU VELAGE.

L'amélioration génétique d'un caractère aussi complexe que l'aptitude au vêlage pose, en définitive, de nombreux problèmes. D'une façon générale ce caractère présente de nombreuses composantes. De plus il est exprimé par la femelle ; or l'efficacité des schémas d'amélioration génétique est surtout liée au choix des mâles (conséquence de leur utilisation par insémination artificielle). Les problèmes posés peuvent être analysés suivant :

- la nature de l'information considérée,
- le stade de la vie du reproducteur auquel s'opère la sélection,
- le mode d'exploitation des populations animales.

4.1. - Nature de l'information considérée.

On peut soit effectuer une sélection directe en fonction de l'aptitude au vêlage du reproducteur, de ses ancêtres, ou de ses descendants, soit considérer dans le choix les caractères associés à des difficultés de mise-bas : dimensions du veau, du bassin de la mère, préparation au vêlage de cette dernière.

La première méthode, plus simple, est très imprécise étant donnée la mesure subjective de l'aptitude au vêlage, sa faible héritabilité (0,05 maximum) ; la seconde concerne des critères dont l'héritabilité est plus élevée et que l'on peut considérer séparément car ils concernent, pour un vêlage, 2 individus différents et appartenant à 2 générations distinctes :

- la mère, pour l'ouverture pelvienne,
- le veau, pour le volume du foetus.

.../..

La sélection directe serait donc valable en première approximation pour l'élevage en race pure lorsque l'on ne dispose pas d'autres moyens objectifs d'investigation et lorsque, (c'est en fait rarement le cas), la variabilité de l'aptitude au vêlage est importante.

La prise en considération des caractères analytiques dans un index linéaire de sélection est rendue complexe car outre le nombre élevé de caractères, la valeur économique de l'unité physique (poids du veau, ouverture pelvienne) du caractère, varie suivant le niveau moyen de ce dernier dans la populatic animale . Nous sommes donc conduit à ajuster les paramètres économiques à chaque cas particulier ou à utiliser des expédients. MOLINUEVO, (1971) par exemple, a élaboré un index de sélection sur le poids au sevrage qui rend nulle l'espérance du gain génétique sur le poids à la naissance en race Charolaise, dans laquelle se manifeste fréquemment des difficultés de vêlage. Il ne considère pas par contre cette contrainte dans le cas de la race Limousine dont l'aptitude au vêlage est nettement meilleure.

4.2. - Stade de la sélection.

S'agissant d'un caractère qui s'exprime chez la femelle et qu'on doit sélectionner chez le mâle, il est important d'éviter si possible d'avoir recours au contrôle de descendance qui, en augmentant l'intervalle de génération, réduit l'efficacité de la sélection. Un tel contrôle est d'ailleurs difficile à réaliser dans les fermes ; il nécessite la mise en place de stations expérimentales spécialement conçues en vue du contrôle des lots de filles d'un même taureau.

Cela semble précisément possible dans le cas d'un caractère fonction de composantes anatomiques que l'on peut estimer précocement. On retrouve ici un autre avantage de la sélection indirecte de l'aptitude au vêlage.

Nous allons examiner l'intérêt des diverses estimations génétiques du volume du veau et de l'ouverture pelvienne qui peuvent être obtenues sur un géniteur au cours de sa carrière.

.../..

4.2.1. - Volume du veau.

Ce volume apprécié par le poids à la naissance (Po) peut être estimé à 2 stades :

- à la puberté des reproducteurs pour un type d'accouplement donné à partir des poids à la naissance des 2 parents ou des 2 races parentales (dans le cas de croisement). Si P_M = poids à la naissance de la mère ou de la race maternelle, et P_P= poids à la naissance du père ou de la race paternelle, DONALD et al. (1962) proposent une estimation qui tient compte des effets génétiques sur la croissance du veau et de l'effet maternel :

$\hat{P}_o = \frac{1}{2}(P_M + P_P) + \frac{1}{10}(P_M - P_P)$ où interviennent les effets génétiques additifs (1er terme) et des effets maternels (2ème terme).

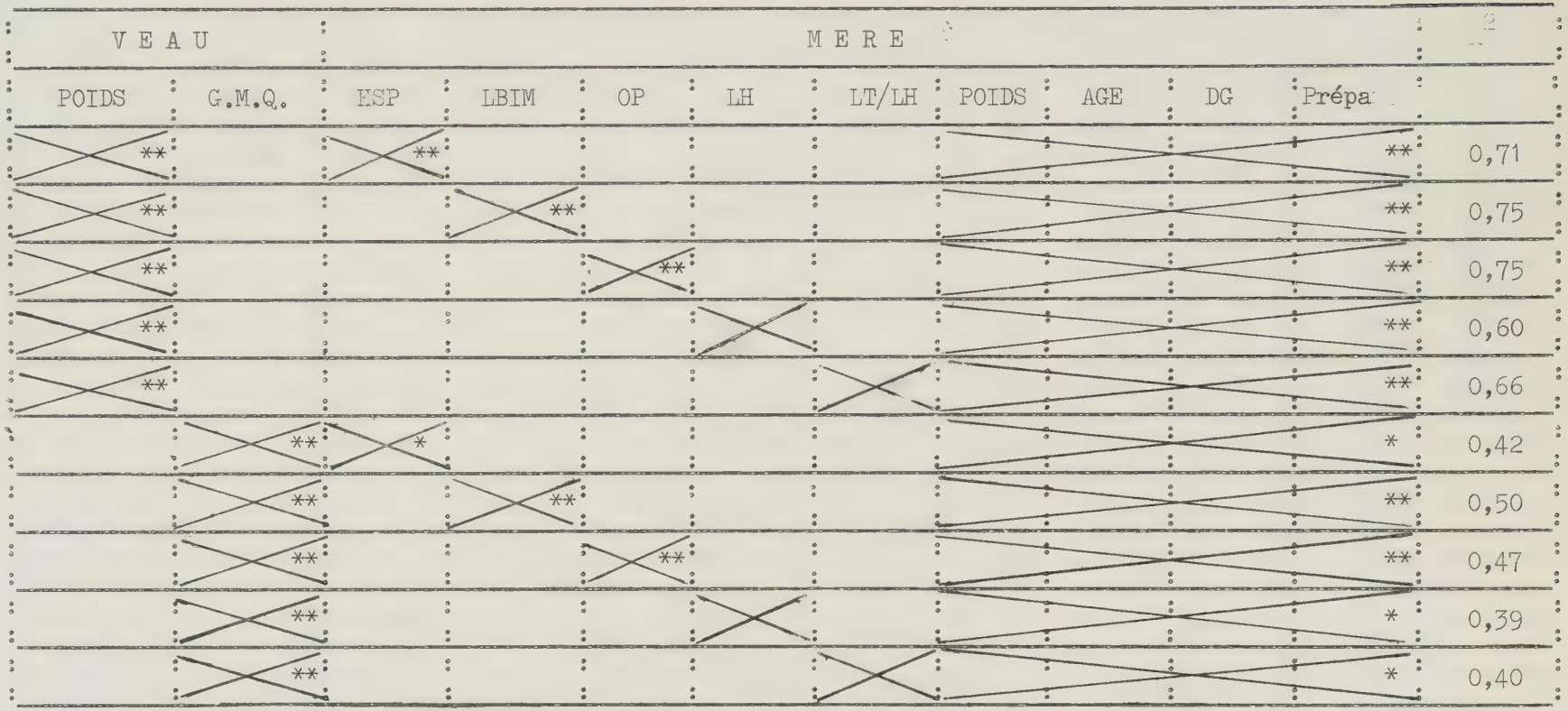
- à 2 ans $\frac{1}{2}$ où nous disposons, pour le mâle, de ses résultats de testage, en l'occurence du poids moyen de ses veaux à la naissance. On peut alors obtenir une estimée $\hat{P}_o$ presque 2 fois plus précise (en terme de variance liée à l'erreur) si l'on suppose négligeable l'erreur effectuée sur l'index génétique du taureau pour le poids à la naissance. Dans le cas de la femelle, l'augmentation de précision obtenue à cet âge par la connaissance éventuelle dans d'autres races du poids de naissance du 1er veau est limitée, l'effet immédiat d'une sélection à ce stade sera par ailleurs négligeable dans la mesure où les difficultés de vêlage ne se manifestent qu'à la première mise-bas. Il convient enfin de signaler bien que ce ne soit pas utile en sélection mais pour la conduite du troupeau les estimations précoces du poids à la naissance que l'on pourrait obtenir pendant la gestation en fonction de l'évolution du poids de la femelle : la prévision d'un poids de naissance élevé vers les 6ème ou 7ème mois de gestation pourrait en effet conduire l'éleveur à réduire le niveau énergétique de la ration et à répartir ses femelles par lots suivant les risques de difficultés de vêlage. REGIS, (1969) compare à ce sujet la précision des équations d'estimations de difficultés de vêlage, faisant intervenir soit le poids à la naissance, soit le gain moyen quotidien de la femelle au cours des derniers mois de gestation. Les coefficients de corrélation simples sont respectivement de 0,73 pour le poids à la naissance et de 0,18 pour le gain moyen quotidien ; celui-ci apporte une contribution faible mais néanmoins significative dans les équations de régression multiples considérées (Tableau 65).

.../..

TABLEAU 65

COMPARAISON DE LA PRECISION D'ESTIMATION DES DIFFICULTES DE VELAGE CORRESPONDANT A DIVERSES COMBINAISONS DE VARIABLES PREDICTRICES

(REGIS, 1969)



G.M.Q. : Gain moyen quotidien de la femelle
HSP : Hauteur sacro-pubienne
LBIM : Largeur bis-iliaque médiane
OP : Ouverture pelvienne
LH : Largeur aux hanches
LT : Largeur aux trochanters
DG : Durée de gestation
Prépa : Préparation au vêlage (Pis ; ligaments pelviens ; vulve)

* = $P < 0,05$ ** = $P < 0,01$

4.2.2. - Ouverture pelvienne.

En ce qui concerne les femelles nous devons considérer l'intérêt des mesures :

- avant la puberté et la 1ère saillie (1-2 ans) dans la mesure où elles permettraient de réaliser une sélection massale ;

- vers les 5ème ou 6ème mois de gestation : nous pouvons alors comme précédemment, sinon modifier le plan de sélection du moins ajuster le niveau alimentaire et la conduite du troupeau en fonction des résultats obtenus.

Dans le 1er cas, ROBERTSON (1967), trouve que les mesures de l'ouverture pelvienne réalisées sur les génisses à l'âge d'un an ne permettent pas de prévoir les résultats obtenus à l'âge de 2 ans (1er vêlage). De même la liaison entre ces deux mesures trouvée par REGIS (1969), étudiant un échantillon de 89 génisses charolaises, est relativement faible ($r = 0,228$ $P < 0,05$). Il faut cependant noter que la réalisation des mensurations à 1 an et à 2 ans selon ce dernier auteur, n'était pas analogue (opérateurs et précisions des mesures variables entre les 2 déterminations). REGIS (1969) par ailleurs, trouve que la relation entre l'ouverture pelvienne des génisses à 1 an et les conditions de vêlage à 2 ans est pratiquement nulle. RICE (1969) enregistre un coefficient de corrélation non significatif ($r = 0,20$; $P < 0,95$) entre l'ouverture pelvienne mesurée à 55 semaines (âge de la saillie) et les conditions de vêlage. Selon cet auteur une mesure effectuée à cet âge ne contribue que pour 4 % à la variabilité du taux de dystocies au vêlage.

Dans le second cas (estimation de l'ouverture pelvienne en cours de gestation), nous manquons en fait d'informations précises sur l'intérêt de ces stades précoces de sélection des femelles sur l'ouverture pelvienne. Les premiers résultats paraissent cependant peu encourageants à cet égard. Cela peut être lié d'une part à des différences génétiques dans le développement des os du bassin, d'autre part à des variations dans la préparation des femelles au vêlage et notamment dans le relâchement des ligaments sacro-sciatiques. WILTBANK (1964), signale l'existence d'une liaison entre l'ouverture pelvienne mesurée 20 semaines avant le vêlage et les conditions de la parturition. Cet auteur précise que cette liaison est plus nette, d'une part chez les génisses vêlant pour la 1ère fois à 3 ans (en comparaison de celles vêlant à 2 ans) et d'autre part, lorsque les mesures sont réalisées près du vêlage.

.../..

Effectivement, RICE (1969), sur des génisses vêlant à 2 ans, mesurées à 13 semaines du vêlage trouve une liaison plus importante ($r = 0,31$; $p < 0,01$) que dans le cas de mesures effectuées à la saillie ; selon cet auteur l'ouverture pelvienne mesurée à ce stade contribue pour 14 % de la variabilité de fréquence des dystocies.

Les résultats de WILTBANK (1964) et de RICE (1969) sont rassemblés dans le tableau 66.

Enfin, WILTBANK (1964) a montré l'importance prédictrice de l'ouverture pelvienne mesurée pendant la gestation en étudiant la relation de cette dernière avec les difficultés de vêlages dans le cas où le poids à la naissance des veaux ne dépasse pas 80 lb. :

Ouverture pelvienne de	Taux de vêlages difficiles
- 189 cm2	38 %
- 190 - 219 cm2	25 %
- 220 cm2	08 %

4.3. - Mode d'exploitation des populations animales.

Le choix des méthodes de sélection à appliquer dépendra enfin des schémas d'exploitation des populations animales. Si ces dernières sont exploitées en race pure on devra tenir compte simultanément de tous les caractères morphologiques intéressant le veau et la mère dans la sélection ; si l'on pratique des croisements commerciaux de 1ère ou 2ème génération, ces caractères seront considérés séparément.

Ces croisements qui intéressent en général des femelles de petite taille et des mâles de races à viande de grande taille étant de plus en plus pratiqués et entraînant une augmentation importante des difficultés de vêlage, il importe de préciser les méthodes de sélection qui pourraient être mises en oeuvre dans leur cas en vue de réduire ces difficultés. Nous devons d'abord préciser que dans ces croisements la race des femelles constitue en général "une donnée du problème": il s'agit d'une race rustique ou mixte qui n'est plus destinée à la traite et dont l'aptitude au vêlage est en général bonne, sa musculature étant peu développée. Le choix peut donc porter sur la race paternelle et sur le type de taureau à utiliser pour une population femelle donnée :

.../..

TABLEAU 66

LIAISON ENTRE LA SURFACE DE L'OUVERTURE PELVIENNE ET L'APTITUDE AU VELAGE.

CLASSES D'OUVERTURE PELVIENNE (cm2)	GENISSES VELANT A 2 ANS				GENISSES VELANT A 3 - 5 ANS	
	WILTBANK (1964)		RICE (1969)		WILTBANK (1964)	
	Nombre de vêlages	Nombre de dystocies:	Nombre de vêlages	Nombre de dystocies:	Nombre de vêlages	Nombre de dystocies:
170 - 179	22[a]	9	1	1		
180 - 189			3	0		
190 - 199	46	9	12	2		
200 - 209	58	14	19	4	16	4
210 - 219	30	8	15	1		
220 - 229	18[b]	3	16	1	64	9
230 - 239			15	1		
240 - 249			3	0	112	4
250 - 259			5	0		
260 - 269			1	0	76	0
270 - 279						
279 et +					14	0
Race	Hereford + Angus		Hereford		Hereford	
Moyen de mesure	Réglette télescopique		Compas		Réglette télescop.	
Stade de mesure avant vêlage	140 jours		91 jours		140 jours	

a: pour O.P. comprise entre 150 - 189 cm2

b: pour O.P. supérieure à 220 cm2

- dans le 1er cas, par exemple, l'observation empirique conduit les éleveurs à choisir le taureau limousin de préférence au taureau charolais pour les croisements relatifs aux génisses ou femelles de race dont l'aptitude au vêlage est réputée médiocre. BOULDOIRE, (1970) dans le but de systématiser le choix de la race ou du taureau en fonction de la race ou de l'âge de la femelle propose de répartir le sperme des taureaux disponibles à un instant donné et dont on connaît le poids moyen des descendants (testage), suivant l'ouverture pelvienne des femelles inséminées en croisement dans la zone : il a effectué dans ce but un inventaire des femelles afin de les répartir par âge et par race en fonction de cette ouverture pelvienne.

- en ce qui concerne le choix des taureaux, il convient de signaler le schéma de sélection récurrente des mâles culards destinés au croisement industriel qui est mis en placé dans le Sud-Ouest de la France (FREBLING et al., 1967). Le choix des mâles effectué en grande partie suivant les facilités de naissance de leurs produits, doit porter simultanément sur le poids et sur la morphologie de ces derniers. Le mélange des races Charolaise et Blonde d'Aquitaine dans la souche mâle soumise à la sélection a en effet pour but d'obtenir un type de veau dont le poids à la naissance, qui conditionne la croissance ultérieure, serait le plus élevé possible et dont la morphologie serait, pour un poids donné, la plus propice à un vêlage facile. Le type longiligne de la race Blonde d'Aquitaine offre à cet égard des possibilités que l'on cherche à exploiter dans un tel schéma.

2ème partie

ETUDE SUR LES VARIATIONS D'APTITUDE AU VELAGE DANS LES CROISEMENTS ENTRE RACES RUSTIQUES ET RACES A VIANDE

Cette étude se situe dans le cadre d'un programme de recherches visant à préciser les stratégies de croisement à mettre en oeuvre pour accroître la rentabilité de la production de viande fournie par des femelles de races rustiques, de petite taille, en les accouplant avec des mâles de races à fort potentiel de croissance musculaire. Cette orientation est rendue nécessaire par la suppression de la traite et de la traction animale pour lesquelles les femelles de ces races et leurs produits étaient principalement exploités jusqu'ici. Nous n'aborderons, personnellement, que l'étude de l'aptitude au vêlage ; les analyses plus globales à caractère zootechnique portant sur ce matériel animal sont effectuées par ailleurs (VISSAC et al., 1970 a).

1 - MATERIEL ANIMAL ET SCHEMA EXPERIMENTAL.

1.1. SCHEMA D'ACCOUPLEMENT.

Nous envisagerons successivement :

- les races maternelles et paternelles qui ont été retenues pour ces croisements ;
- les types génétiques à étudier compte tenu des hypothèses que l'on peut faire sur le devenir des populations femelles de races rustiques concernées ;
- la définition du schéma d'accouplement qui a été adopté et qui vise à comparer simultanément tous les types génétiques envisagés dans ces diverses hypothèses.

1.1.1. Les races concernées.

1.1.1.1. Races maternelles.

Les races retenues sont l'Aubrac (couleur fauve) et la Gasconne (couleur grise). Ce sont deux races exploitées traditionnellement dans les régions montagneuses du Sud du Massif Central (l'Aubrac) et des Pyrénées (Gasconne). Elles ont été sélectionnées par le passé avec un triple objectif pour l'Aubrac (lait, viande et travail) et un double objectif pour la Gasconne (viande et travail) ; cette

.../..

dernière n'était généralement pas traite et fournissait les boeufs de trait du Bassin Aquitain. En outre, les animaux Aubrac étaient élevés dans le jeune âge, notamment en raison de la traite des vaches, dans des conditions de milieu très médiocres.

Ces considérations sur l'histoire de ces races expliquent pourquoi, bien qu'il s'agisse de 2 races classées simultanément comme des races rustiques à fins multiples, l'Aubrac ait une taille nettement plus réduite que la Gasconne qui est restée comparable à celle des races de grand format. On comptait (1935-1940), avant le développement de l'insémination artificielle, 400.000 animaux de race Aubrac et 450.000 animaux de race Gasconne. Ces effectifs sont maintenant considérablement réduits, du fait de l'extension du croisement de ces femelles avec des taureaux de races à viande ou de leur remplacement par des femelles de races laitières améliorées (Brune des Alpes, Pie Noire) suivant que l'éleveur désire se spécialiser principalement vers la production de viande ou vers la production de lait. Aujourd'hui, on estime à environ 20.000 aubrac et 15.000 gasconnes, le nombre de femelles inséminées en race pure ; l'insémination représentant de 20 à 50 % des accouplements intéressant les femelles de ces races (VISSAC, 1971 - communication personnelle).

1.1.1.2. Races paternelles.

Nous avons retenu les races Charolaise (couleur blanche) et Blonde d'Aquitaine (couleur blonde). La première est actuellement la race la plus utilisée pour la fourniture de mâles destinés au croisement de première génération tant dans les régions françaises concernées (en Aubrac notamment) que dans la plupart des autres pays. Elle est issue des régions du Centre (Auvergne, Bourgogne) et de l'Ouest (Vendée). Elle comporte actuellement un effectif de 1.600.000 sujets et se caractérise par un poids adulte élevé, un développement en largeur important et une forte musculature.

Bien que la Limousine soit, en effectif, la deuxième race à viande française, nous avons préféré utiliser comme seconde race paternelle la race Blonde d'Aquitaine, la Limousine s'étant avérée très inférieure à la Charolaise pour ce qui est des qualités d'engraissement et de carcasse des produits croisés obtenus, par rapport aux croisés charolais (FREBLING et al., 1968). La race Blonde d'Aquitaine - qui est exploitée dans les départements du Lot et Garonne, de Dordogne, du Gers

.../..

et du Tarn et Garonne, - semblait manifester un potentiel de croissance supérieur à celui de la Limousine ; de plus étant largement utilisée en croisement sur vaches gasconnes, elle a donc été préférée à la Limousine. Vis-à-vis de la race Charolaise, la Blonde d'Aquitaine se caractérise au premier abord par un poids adulte plus faible, une taille proportionnellement supérieure à poids donné et une ossature plus fine. Elle comporte actuellement un effectif d'environ 250.000 sujets.

A titre indicatif, nous avons rassemblé sur le tableau 67 les mensurations corporelles moyennes des animaux de ces diverses races contrôlés aux Concours Généraux de PARIS en 1954 (VISSAC - communication personnelle), et sur la figure 16, leur localisation et leur effectif.Pour la suite de ce travail, nous désignerons toutes ces races par les abréviations suivantes :

AA = Aubrac
GG = Gasconne
CC = Charolaise
BB = Blonde d'Aquitaine

Les produits de croisement de 1ère génération seront désignés par les 2 initiales des races parentales : la première étant celle de la race paternelle, la seconde celle de la race maternelle.

1.1.2. Les types génétiques à étudier.

Trois hypothèses peuvent être envisagées sur le devenir des races rustiques concernées selon la nature du croisement (avec des races à viande) auxquelles elles seront soumises :

- le croisement de 1ère génération,
- le croisement à double étage,
- le croisement d'absorption et le croisement alternatif.

1.1.2.1. Le croisement de 1ère génération.

Tous les produits mâles et femelles (BA, CA, BG, GG) sont destinés à l'abattage (mort génétique) ; ce croisement permet de bénéficier des effets d'hétérosis sur la croissance et la viabilité des produits. Cette hypothèse implique de distinguer :

.../..

TABLEAU 67

MENSURATIONS CORPORELLES MOYENNES DES ANIMAUX CONTROLES AU CONCOURS GENERAL DE PARIS EN 1954 (VISSAC - communication personnelle)

SEXE	MALES				FEMELLES			
RACE / RITERE (cm ou kg)	AA	GG	BB	CC	AA	GG	BB	CC
Hauteur au garrot	139	138	145	134	132	137	136	135
Largeur de poitrine	47	53	57	55	46	50	51	54
Périmétre thoracique	207	215	220	220	196	208	200	219
Largeur aux hanches	51	52	56	57	49	57	53	58
Largeur aux trochanters	48	49	53	57	48	50	54	57
Largeur aux pointes des fesses	34	39	36	37	34	36	36	32
Largeur du bassin	49	53	56	53	49	54	54	53
Poids	713	785	873	902	584	726	690	853

FIGURE 16

AIRES DE DOMINANCE (QUITTET, 1963) ET EFFECTIF (ANONYME, 1971)
DE RACES AUBRAC, GASCONNE, BLONDE D'AQUITAINE et CHAROLAISE

race AUBRAC (200.000)

race GASCONNE (125.000)

race CHAROLAISE (2.100.000)

race BLONDE D'AQUITAINE (450.000)

- la population femelle de race rustique conduite en race pure (AA ou GG) afin d'assurer le renouvellement du cheptel femelle soumis à ce croisement de première génération,

- la population femelle soumise au croisement(femelles (AA) ou (GG) croisées avec des mâles (CC) ou (BB)) .

Selon le taux de renouvellement nécessaire à ces deux cheptels de femelles, la population de femelles conduites en race pure représentera environ de 50 % à 25 % de la population totale (figure 17).

1.1.2.2. Le croisement à double étage.

Contrairement à l'hypothèse précédente, les femelles croisées ne sont plus abattues ; elles sont accouplées avec des mâles de races à viande en vue de produire des animaux qui seront tous destinés à la boucherie. Compte tenu des races concernées, nous aurons donc affaire :

- soit à des croisements de retour : femelles BA ou BG accouplées à des mâles BB, femelles CA ou CG accouplées à des mâles CC.

- soit à des croisements triples ou croisements "3 races" : femelles CA ou CG accouplées à des mâles BB, femelles BA ou BG accouplées à des mâles CC.

A l'inverse du précédent, ce croisement permet de bénéficier des effets d'hétérosis qui se manifestent sur la fertilité et les qualités maternelles des femelles (BIBE, 1970). Par contre, les femelles croisées dont le développement musculaire sera plus prononcé, risquent d'exprimer les inconvénients associés à cette musculature notamment au niveau de la fertilité et de l'aptitude au vêlage.

La réalisation de ce croisement oblige à diviser la population femelle en 3 fractions, conduites différemment :

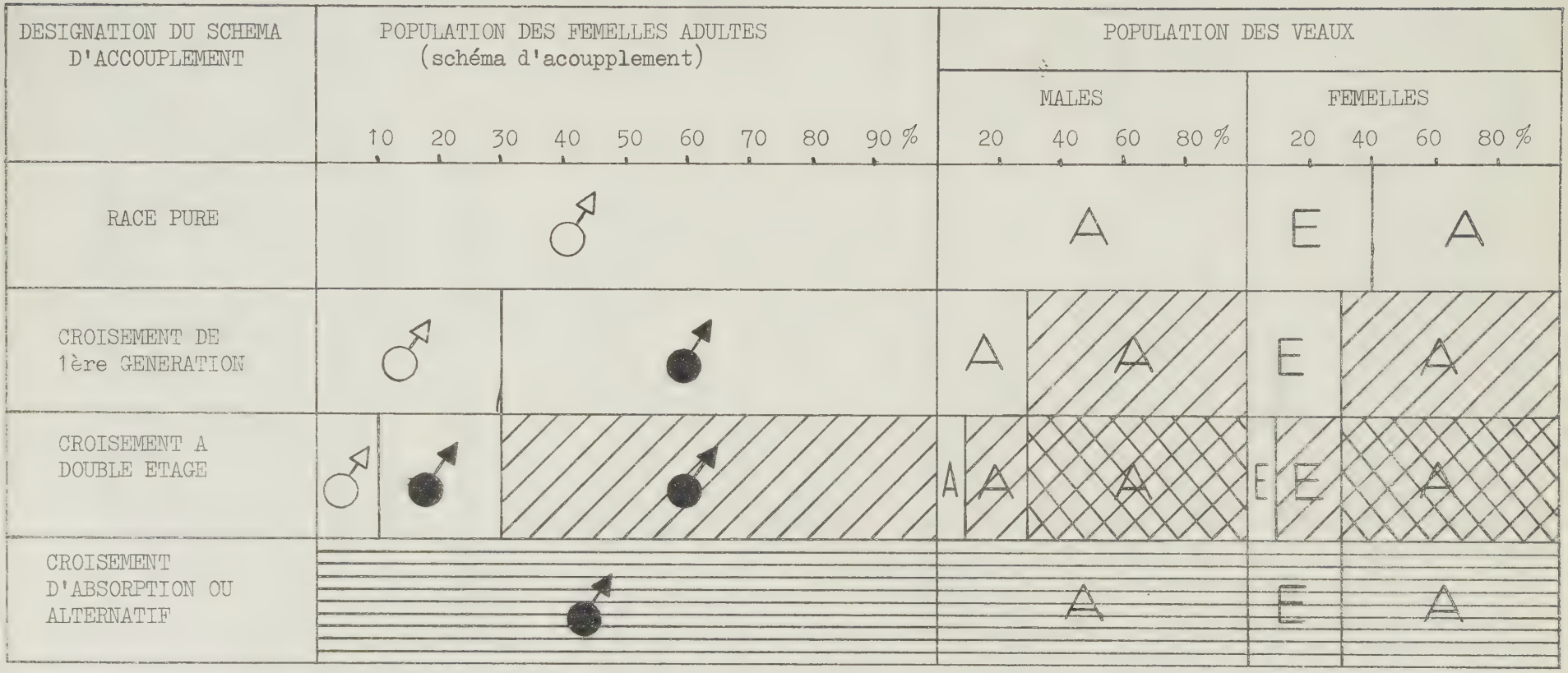
a) - Les femelles maintenues en race pure pour le renouvellement des femelles de de la fraction suivante.

b) - Les femelles utilisées pour le 1er croisement, c'est-à-dire pour produire les femelles croisées ; les mâles croisés étant abattus.

.../..

FIGURE 17

POSSIBILITES D'UTILISATION DES RACES RUSTIQUES POUR LA PRODUCTION DE VIANDE



c) - Les femelles croisées utilisées pour le 2ème croisement et dont tous les produits sont abattus.

La fraction de femelles à maintenir en race pure est, dans ces conditions, plus réduite que dans la première hypothèse (figure 17).

1.1.2.3. Le croisement d'absorption et le croisement alternatif.

La mise en place des schémas précédents et la division du troupeau de femelles impliquent une spécialisation de chaque éleveur et une organisation de l'élevage qui risque de se heurter à des contraintes humaines. Dans ce cas, le croisement peut évoluer dans 2 directions différentes :

a) - Le croisement d'absorption, avec utilisation systématique de mâles de la même race à viande sur les femelles croisées et cela à chaque génération ; nous aboutissons à terme à un remplacement de la race locale (AA ou GG) par la race à viande utilisée en croisement (CC ou BB).

b) - Le croisement alternatif, avec changement de la race de mâle utilisée à chaque génération de croisement, aucune femelle de la race rustique n'étant accouplée en race pure ; les mâles charolais seraient, par exemple, utilisés pour les générations paires, les blonds d'Aquitaine pour les générations impaires. Cela représente, à terme, un croisement entre ces 2 races paternelles - croisement qui exploiterait une fraction des effets de vigueur hybride correspondant au croisement de 1ère génération : femelles BB et CC accouplées respectivement avec des mâles CC et BB.

1.1.3. Réalisation du schéma expérimental.

Pour pouvoir comparer simultanément les diverses situations ci-dessus, nous avons effectué simultanément les accouplements désignés sur le tableau 68. Les femelles de chaque race ou type génétique ont été divisées en 2 groupes identiques et inséminées, celles du 1er groupe, avec des taureaux charolais, celles du 2ème groupe, avec des taureaux blonds d'Aquitaine. Pour le 2ème vêlage, les races paternelles utilisées sur chaque femelle ont été interverties (tableau 69). Nous avons retenu 2 taureaux de chaque race paternelle, pour chaque essai ; ces taureaux présentaient le caractère culard ou hypertrophie musculaire d'origine génétique;

.../..

TABLEAU 68

SCHEMA EXPERIMENTAL UTILISE EN VUE DE LA COMPARAISON SIMULTANEE DES DIVERS GENOTYPES CONCERNES PAR LES TROIS HYPOTHESES

GENOTYPE MATERNEL / GENOTYPE PATERNEL	AA ou GG	CA ou CG	BA ou BG	CC	BB
CC (culard)	croisement simple	croisement de retour	croisement 3 races	croisement d'absorption	croisement alternatif
BB (culard)	croisement simple	croisement 3 races	croisement de retour	croisement alternatif	croisement d'absorption
Hypothèses d'utilisation des races rustiques	1.1.2.1. CROISEMENT DE 1ère GENERATION	1.1.2.2. CROISEMENT DOUBLE ETAGE		1.1.2.3. et 1.1.2.4. CROISEMENT D'ABSORPTION OU ALTERNATIF	

TABLEAU 69

PLANNING DES ACCOUPLEMENTS
ET EFFECTIF CORRESPONDANT

EXPERIENCE	GENOTYPE PATERNEL / GENOTYPE MATERNEL +		1968 CC	1968 BB	1969 CC	1969 BB	TOTAL CC	TOTAL BB
" AUBRAC "	AA	I	10			10	10	10
		II		8	8		8	8
	BA(1)	I	8			9	8	9
		II		8	7		7	8
	CA(1)	I	10			9	10	9
		II		10	10		10	10
" GASCONNE "	GG	I			14		14	
		II				15		15
	BG(2)	I			8		8	
		II				8		8
	CG(2)	I			9		9	
		II				9		9
	BB(2)	I			8		8	
		II				9		9
	CC(2)	I			9		9	
		II				8		8

+ = groupe

* = 2 taureaux de type culard pour chaque génotype paternel

(1)= la moitié de ces femelles sont issues d'un taureau culard, l'autre moitié d'un taureau normal

(2)= le type paternel de ces femelles était inconnu

Les produits de ces croisements étant tous destinés à l'abattage, ce type de taureau paraissait le mieux approprié pour cet objectif de production de viande. En ce qui concerne l'origine paternelle des divers lots de femelles, elle n'était pas connue dans la quasi-totalité des cas, sauf en ce qui concerne les femelles croisées Aubrac : BA et CA, qui étaient issues pour une proportion équivalente de taureaux culards et normaux (1 de chaque type pour chaque race).

Pour des raisons pratiques les premiers vêlages ont eu lieu en 1969, dans le cas de l'expérience "Aubrac" (relative à la race d'Aubrac), en 1970 dans le cas de l'expérience "Gasconne" (relative à la race Gasconne). Par ailleurs, pour des raisons de coût, nous n'avons pas pu ajouter de femelles de races à viande dans le cas de l'expérience d'Aubrac, et de femelles de races rustiques accouplées en race pure dans les deux expériences. Enfin les données relatives aux seconds vêlages des femelles gasconnes (année 1971) n'ont pu être incluses dans notre travail.

1.2. METHODE D'ELEVAGE ET DE CONDUITE DES ANIMAUX.

Les génisses utilisées pour réaliser tous ces accouplements, ont été achetées à 7-8 mois puis alimentées suivant un régime nutritionnel élevé en vue d'obtenir une sexualité précoce et un développement suffisant pour réaliser un premier vêlage à 2 ans et un deuxième vêlage à 3 ans. Cet objectif de vêlage précoce a été retenu dans cette expérience pour diverses raisons :

a) - Accélérer le déroulement de l'expérience et réduire ainsi l'intervalle de génération.

b) - Placer les femelles dans des conditions optimales en vue de mesurer l'aptitude au vêlage et ses variations.

Cet objectif d'un premier vêlage à 2 ans n'a été atteint que dans le cas de l'échantillon de génisses AA, CA et BA pour lesquelles ce vêlage a eu lieu en moyenne à 24 mois. Pour ce qui concerne le 2ème échantillon, un retard important dans l'âge à la puberté, a entrainé une augmentation très nette de l'âge au 1er vêlage (27 mois en moyenne) par rapport aux prévisions initiales.

.../..

Dans le but de faciliter les contrôles zootechniques particulièrement difficiles et fastidieux lorsque les vêlages sont étalés dans le temps, nous avons pratiqué une synchronisation artificielle des oestrus des génisses, qu'elles soient ou non cyclées; le traitement utilisé facilitait également l'ovulation. Les génisses de l'expérience "Gasconne" ont été inséminées artificiellement lors des chaleurs induites immédiatement après le traitement et pendant une période consécutive de 6 semaines à chaque retour en chaleur observé . Dans le cas de l'expérience "Aubrac", la période d'insémination artificielle a débuté à l'occasion des chaleurs qui suivaient les chaleurs induites ; sa durée a été comparable. A cette occasion, nous avons procédé à la comparaison de 2 méthodes de synchronisation (expérience "Aubrac") et à l'étude du moment optimum de l'insémination artificielle après l'apparition des chaleurs. Les résultats de ces essais originaux auxquels nous avons participé mais qui sortent du cadre de notre recherche, figurent en annexe 1.

Nous avons rassemblé sur les tableaux 70, 71 et 72, les renseignements relatifs à l'alimentation, au mode de stabulation et de conduite pendant la période expérimentale, des 2 cheptels femelles considérés et des veaux obtenus.

Pour compléter l'information relative aux liaisons entre la musculature et la morphologie du bassin des animaux issus de ces divers types de croisement, nous avons utilisé en outre les données d'une expérience comparative entre animaux de races spécialisées pour le lait (Holstein, Frisonne) et pour la viande (Charolaise) d'une part et de races mixtes (Normande) d'autre part. Cette expérience décrite par ailleurs (COLLEAU, 1971) comportait des taurillons appartenant aux types génétiques suivants :

Race paternelle		Race maternelle	Abréviation utilisée
Holstein	×	Holstein	HH
Holstein	×	Normande	HN
Normande	×	Normande	NN
Charolaise	×	Normande	CN
Charolaise	×	Charolaise	CC

Nous avons indiqué sommairement les conditions d'élevage de ces veaux sur le tableau 71.

.../..

TABLEAU 70

DEROULEMENT CHRONOLOGIQUE DES OPERATIONS D'ELEVAGE ET DE CONTROLE DES VACHES

(expérience "AUBRAC")

DATE MOIS-ANNEE	AGE (mois)	EFFECTIF	CONTROLES ZOOTECHNIQUES					CONDUITE d'ELEVAGE	LOCALISATION *
			OBSERVATIONS et MENSURATIONS	CROISSANCE PONDERALE	REPRODUCTION	CONSOMMATION	CONTROLE LAITIER		
12-67	12	55	PI,PE,FO	X				stabulation libre : foin + paille + concentré + pâturage	SOUAL
02-68				X					
04-68	16				S				
06-68									
08-68	17	54		X	I.A.				
10-68				X					
12-68				X				stabulation entravée	LA MINIERE
02-69			PI,PE,FO	Pesée MENSUELLE		contrôle hebdo.		foin + paille + concentré **	
04-69	25		PREPA.,DE		V				
06-69		53	PI		S				
08-69					I.A.			pâturage ***	
10-69									
12-69									
02-70		48	PI,PE,FO			contrôle hebdo.		stabulation entravée foin, paille concentré **	
04-70	37	43	PREPA.,DE		V				
06-70		42 37			S I.A.				

PI = pelvimétrie interne
PE = pelvimétrie externe
FO = format
PREPA.= préparation au vêlage
DE = déroulement du vêlage
S = synchronisation
V = vêlage
X = pesées
* = SOUAL : coopérative d'élevage du Sud-Ouest - centre d'I.A.; 81-SOUAL
** = (fin de gestation et début de lactation)
*** = (herbe en quantité limitée) + foin

TABLEAU 71

DEROULEMENT CHRONOLOGIQUE DES OPERATIONS D'ELEVAGE ET DE CONTROLE DES VEAUX

DATE	AGE (mois)	EXPERIENCE "LE PIN"		EXPERIENCE "AUBRAC"	
		ELEVAGE	CONTROLES	ELEVAGE	CONTROLES
04-69	0	Allaitement artificiel	$P_0 + M_0$	Allaitement	$P_0 + M_0$
06-69	2	Sevrage	PESEE	+ concentré maternel	PESEE
08-69	4	foin + concentré		+ pâturage + concentré	
10-69	6			sevrage adaptation	
12-69	8				
02-70	10	engraissement avec granulés 70 % luzerne 30 % pulpe	contrôle journalier de consommation pesée bimensuelle PI + PE + FO	engraissement avec granulés 70% luzerne 30 pulpe	contrôle journalier de consommation pesée bimensuelle PI + PE + FO
04-70	12				
06-70	14	abattage		abattage	

PI = Pelvimétrie interne
PE = pelvimétrie externe
FO = Format
P_0 = Poids à la naissance
M_0 = Mesures corporelles à la naissance

TABLEAU 72

DEROULEMENT CHRONOLOGIQUE DES OPERATIONS D'ELEVAGE ET DE CONTROLE

(expérience "GASCONNE")

DATE MOIS-ANNEE	AGE (mois)	EFFECTIF	CONTROLES ZOOTECHNIQUES			CONDUITE d'ELEVAGE	LOCALISATION
			OBSERVATIONS et MENSURATIONS	CROISSANCE PONDERALE	REPRODUCTION		
12-68	8-10	101		X			
01-69				X			
02-69	11-13						
03-69							
04-69			PI,PE,FO		PS		
05-69							SOUAL
06-69					S		
07-69							
08-69		100		X	I.A.	stabulation libre foin + paille + concentré	
09-69							
10-69							
11-69							
12-69							
01-70							
02-70							
03-70	25-27	98					
04-70			PI,PE,FO PREPA.,DE				CARMAUX
05-70							
06-70					V		
07-70							

PS = contrôle de précocité sexuelle
S = synchronisation des chaleurs
PI = pelvimétrie interne
PE = pelvimétrie externe
FO = format
P_0 = poids à la naissance
M_0 = mesures corporelles à la naissance
X = pesées
V = vêlages
PREPA= préparation au vêlage
DE= déroulement du vêlage

1.3. CONTROLES TECHNIQUES.

Ces contrôles ont porté sur les caractéristiques des diverses phases du vêlage, sur la morphologie du veau à la naissance et sur l'ouverture pelvienne des femelles et de leurs veaux à divers stades de leur existence. Ces contrôles spécifiques à notre travail et dont nous allons préciser le mode de réalisation, ont été complétés par des contrôles techniques plus classiques, que nous ne décrivrons pas, destinés à estimer :

- le poids et la croissance pondérale (pesées périodiques),
- la production laitière des vaches (2 pesées avant et après têtée pendant la lactation),
- la fertilité (dates de chaleurs et de saillies),
- la valeur d'abattage et la composition corporelle de la carcasse des produits, (dissection de la 11ème côte, mensuration de la carcasse, pesée des éléments du 5ème quartier etc...) (FREBLING et al. 1967).

1.3.1. Manifestations et comportement avant, pendant et après le vêlage.

1.3.1.1. Manifestations de la préparation précoce au vêlage.

A deux semaines de la date présumée du vêlage (basée sur une durée de gestation de 285 jours) nous avons tenté d'apprécier la préparation à la parturition par l'état de la vulve des femelles.

1.3.1.1.1. Estimation du volume de la vulve par le produit (2/3) L × H × R des 3 mesures suivantes

L : la largeur prise du sommet de la convexité d'une des lèvres au point correspondant du sommet opposé

H : la hauteur prise entre les commissures supérieure et inférieure des lèvres de la vulve

R : le rebondi pris dans le sens transversal, au même niveau que celui utilisé pour la mesure de largeur (L), (figure 18)

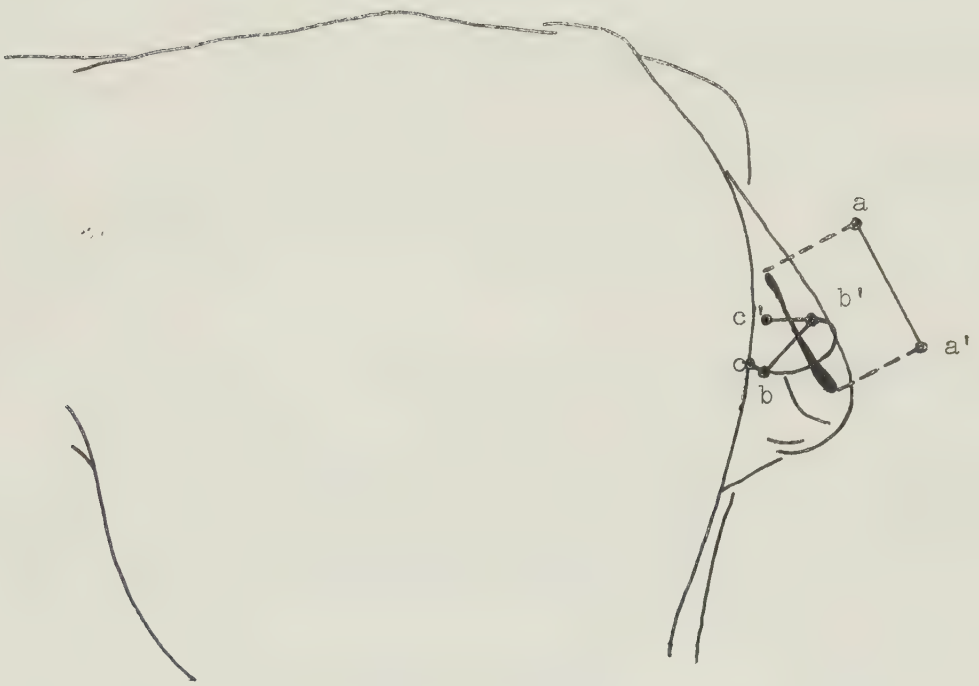
.../..

FIGURE 18

ESTIMATION DU VOLUME DE LA VULVE AVANT VELAGE

$$\text{Volume estimé} = \frac{2}{3} (\overline{aa'} \times \overline{bb'} \times \overline{cc'})$$

$\overline{aa'}$ = Hauteur (H)
$\overline{bb'}$ = Largeur (L)
$\overline{cc'}$ = Rebondi (R)



1.3.1.1.2. Appréciation du degré de relachement des lèvres et de congestion de la muqueuse vulvaire :

Deux notes ont été utilisées :

1 = mauvais
2 = normal

1.3.1.2. Manifestations de la préparation immédiatement avant le vêlage.

L'appréciation de cette phase a été faite au travers des signes précurseurs du vêlage.

1.3.1.2.1. Degré de préparation du pis avant vêlage.

Dès l'apparition des premières coliques, nous avons essayé d'étudier le degré de préparation de la mamelle en considérant le gonflement des trayons et la tension de la peau du pis, qui sont plus des signes de préparation à la mise-bas que des indications de l'aptitude laitière de la femelle.

Deux notes ont été considérées :

1 = mauvaise
2 = normale

1.3.1.2.2. Degré de relâchement des ligaments sacro-sciatiques.

A l'apparition des efforts expulsifs, nous avons apprécié l'état de la "cassure" traduisant le relâchement des ligaments sacro-sciatiques.

Deux classes ont été considérées :

1 = mauvaise
2 = normale

.../..

1.3.1.3. Comportement pendant la parturition.

1.3.1.3.1. Phase précédant l'expulsion du veau.

Nous avons apprécié pendant cette phase:

1.3.1.3.1.1. L'intensité des efforts expulsifs, notée par :

1 = mauvaise
2 = normale

1.3.1.3.1.2. L'intervalle de temps séparant l'apparition des premières coliques de l'éclatement du sac amniotique.

Il a été noté par :

1 = moins de 30 minutes
2 = plus de 30 minutes

1.3.1.3.1.3. L'intervalle de temps séparant l'apparition du veau au niveau de la vulve du moment de l'éclatement du sac amniotique.

Il a été noté par :

1 = apparition après éclatement
2 = apparition avant éclatement

1.3.1.3.2. Phase d'expulsion du veau.

Nous avons apprécié pendant cette phase :

.../..

1.3.1.3.2.1. Les points de résistance entre le foetus et sa mère.

Nous avons enregistré chaque cas où la vache n'était pas capable d'expulser seule son veau du fait d'une résistance intervenant soit au niveau de la vulve soit au niveau du canal pelvien :

1 = résistance
2 = sans résistance

1.3.1.3.2.2. Conditions de l'expulsion du veau.

Il s'agit, ici, de l'appréciation globale d'aptitude au vêlage retenue pour cette étude. Nous avons considéré l'échelle de note suivante :

1 = vêlage facile sans assistance
2 = vêlage facile avec légère assistance manuelle
3 = vêlage facile avec forte assistance (3 personnes aidées ou non de la vêleuse)
4 = vêlage avec intervention chirurgicale (césarienne ou embryotomie)

1.3.1.3.2.3. Le nombre, la qualité du personnel intervenant lors du vêlage et le temps consacré au vêlage.

1.3.1.4. Manifestations et comportement post-partum.

1.3.1.4.1. Observations sur la mère.

1.3.1.4.1.1. Degré de l'instinct maternel.

Il a été apprécié immédiatement après un vêlage normal ou durant la 1ère heure après un vêlage avec césarienne.

Les catégories suivantes ont été considérées :

.../..

1 = attitude indifférente voire agressive de la mère pour son veau

2 = attitude maternelle normale

1.3.1.4.1.2. Déroulement de la phase de l'expulsion des enveloppes annexielles.

3 critères sont séparément considérés :

- le mode d'expulsion (naturel ou manuel)
- le temps séparant l'expulsion du veau de celle des enveloppes annexielles
- le poids des enveloppes annexielles

1.3.1.4.1.3. Intervalle : vêlage-premier oestrus.

1.3.1.4.1.4. Fertilité globale après vêlage.

Elle a été appréciée par deux notes :

0 = pas de vêlage l'année suivante

1 = vêlage l'année suivante

1.3.1.4.2. Observations sur le veau.

1.3.1.4.2.1. Vigueur du veau à la naissance.

Elle a été appréciée par son aptitude à la station debout durant les 12 premières heures après sa naissance :

1 = faible

2 = normale

.../..

1.3.1.4.2.2. Mortalité périnatale ou la mortalité du veau entre la naissance et l'âge de 7 jours.

Nous avons rassemblé sur le tableau 73 les critères considérés avant, pendant et après le vêlage avec leurs échelles de notation et leur définition.

1.3.2. Contrôles de la morphologie du bassin et du format général de l'animal.

1.3.2.1. Morphologie externe du bassin.

Des mensurations externes du bassin ont été réalisées (pelvimétrie externe) avec l'appareillage classique utilisé pour les mensurations corporelles : canne-toise pour les différentes mesures de largeur, longueur et hauteur. Les repères anatomiques de ces mesures externes figurent sur le tableau 74, (voir figure 12, page 53).

1.3.2.2. Morphologie interne du bassin.

Nous avons utilisé un compas identique à ceux employés par BOULDOIRE (1970) et COUTEAUDIER (1970) (voir figure 8, page 40) pour apprécier les dimensions du détroit pelvien antérieur des animaux. La taille de ce détroit pelvien a été estimée soit par l'ouverture pelvienne (OP) définie comme une surface égale au produit de la hauteur sacro-pubienne (HSP) par la largeur bis-iliaque médiane (LBIM) (figure 10, page 44), soit par une circonférence (CIRC) égale à π (HSP + LBIM)/2. Une précision de l'ordre d'un demi-centimètre a pu être obtenue. Nous avons également tenté d'apprécier subjectivement le degré du développement de la crête pubienne selon l'échelle :

1 = peu prononcé

2 = moyennement prononcé

3 = très prononcé

.../..

TABLEAU 73

EXPRESSION DES MANIFESTATIONS ET DU COMPORTEMENT AVANT, PENDANT ET APRES LE VELAGE

PHASE	REALISATION DANS LE TEMPS	CRITERE CONSIDERE	ESTIMATION OU CODIFICATION CONSIDEREE
PRE-PARTUM	Préparation précoce (à 2 semaines de la date présumée du vêlage)	- volume de la vulve	2/3 (H × L × R)
		- degré de relâchement des lèvres et de congestion de la muqueuse	1 = mauvais 2 = normal
	Préparation immédiatement avant le vêlage : (à l'apparition des premières coliques)	- degré de préparation mammaire: gonflement des trayons et tension de la peau	1 = mauvais 2 = normal
		- degré de relâchement des ligaments sacro-sciatiques	1 = mauvais 2 = normal
DU PART	Comportement et manisfestation précédant l'expulsion du veau.	- intensité des efforts expulsifs	1 = mauvaise 2 = normale
		- intervalle de temps séparant l'apparition des premières coliques de l'éclatement du sac amniotique.	1 = moins de 30 minutes 2 = plus de 30 minutes
		- intervalle de temps séparant l'apparition du veau au niveau de la vulve du moment de l'éclatement du sac amniotique	1 = apparition après éclatement du sac amniotique 2 = apparition avant éclatement du sac amniotique
	Observations lors de l'expulsion du veau	- degré de résistance à l'expulsion : -au niveau de la vulve -au niveau du canal pelvien	1 = résistance 2 = sans résistance
		- degré de difficultés au vêlage	1 = vêlage facile sans assistance 2 = vêlage facile avec légère assistance manuelle 3 = vêlage avec forte assistance 4 = vêlage avec intervention chirurgicale (césarienne ou embryotomie)
		-nombre, qualité du personnel intervenant et temps consacré au vêlage	

.../..

TABLEAU 73 (suite)

EXPRESSION DES MANIFESTATIONS ET DU COMPORTEMENT AVANT, PENDANT ET APRES LE VELAGE

PHASE	REALISATION DANS LE TEMPS	CRITERE CONSIDERE	ESTIMATION OU CODIFICATION CONSIDEREE
POST-PARTUM	Observation immédiatement après le vêlage	- degré de l'instinct maternel (immédiatement après un vêlage normal ou durant la 1ère heure suivant une césarienne)	1 = attitude indifférente voire agressive 2 = attitude maternelle normale
		- vigueur du veau	1 = veau faible se mettant debout 12 heures après sa naissance 2 = veau vigoureux se mettant dans les 12 heures qui suivent sa naissance
	Observation lors de l'expulsion des enveloppes annexielles	- mode d'expulsion	1 = manuelle 2 = naturelle
		- intervalle de temps séparant l'expulsion du veau et celle des enveloppes annexielles	1 = plus de 12 heures 2 = moins de 12 heures
		- poids des enveloppes annexielles	(en kg)
	Conséquences globales	- mortalité périnatale des veaux	$\frac{\text{nb.veaux morts entre 0-7 j.}}{\text{nb.veaux nés}} \times 100$
		- intervalle vêlage - 1ères chaleurs	(en jours)
		- fertilité globale	$\frac{\text{nb.femelles vêlant 1970}}{\text{nb.femelles vêlant 1960}} \times 100$

TABLEAU 74

MESURES DES DIMENSIONS EXTERNES DU BASSIN

MESURES	ABREVIATION	APPAREIL UTILISE	* REPERES ANATOMIQUES
Largeur aux Hanches	LH	canne-toise	entre les 2 pointes des hanches
Largeur aux Trochanters	LTro		entre les articulations coxo-fémorales
Largeur aux pointes des fesses	LPf		entre les pointes des fesses
Longueur du Bassin	LB		de la pointe des hanches à la pointe des fesses

* voir figure 12, page 53

La réalisation des mesures comporte les étapes suivantes :

a - Anesthésie épidurale : afin de neutraliser les contractions du rectum provoquées par l'introduction de l'appareil, nous avons appliqué une injection épidurale basse (1 - 2 coccygienne) de tutocaïne à 2 % (chlorhydrate de p-aminobenzoyl-diméthylamino-méthylbutanol), à raison de 8-12 cc, selon le poids vif de l'animal. On obtient une anesthésie locale d'une durée d'une demi-heure à une heure.

b - Mise en place de l'appareil : l'opérateur applique ensuite les branches internes refermées de l'appareil sur le bord interne de son avant-bras, les branches externes étant dans sa main. Il l'introduit par un mouvement de légère rotation dans le rectum débarassé au préalable des fécès. Après avoir situé au toucher les repères osseux qui limitent le détroit pelvien antérieur, il place l'extrémité de la branche fixe sur l'un de ces repères. Il écarte ensuite la branche mobile en exerçant extérieurement une légère pression sur la poignée de celle-ci, jusqu'à ce que l'extrémité interne atteigne le second repère osseux. En maintenant l'appareil dans cette position, il lit alors la valeur correspondant à l'écartement des branches internes sur l'indicateur gradué (figure 19).

Les préparations de l'appareil (lavage à l'eau additionnée d'un antiseptique) et de l'animal anesthésié, requièrent environ 3 minutes, alors que les mesures elles-mêmes demandent de 1 à 3 minutes suivant les animaux.

1.3.2.3. Format de l'animal.

Nous avons tenté de caractériser en outre le format des animaux grâce aux mesures de poids, de largeur de poitrine, de tour de poitrine, de largeur aux épaules, de hauteur au garrot et de largeur de la tête. On a indiqué sur le tableau 75 les repères anatomiques de ces mesures.

Ces mensurations du bassin et du format ont été réalisées dans les conditions suivantes :

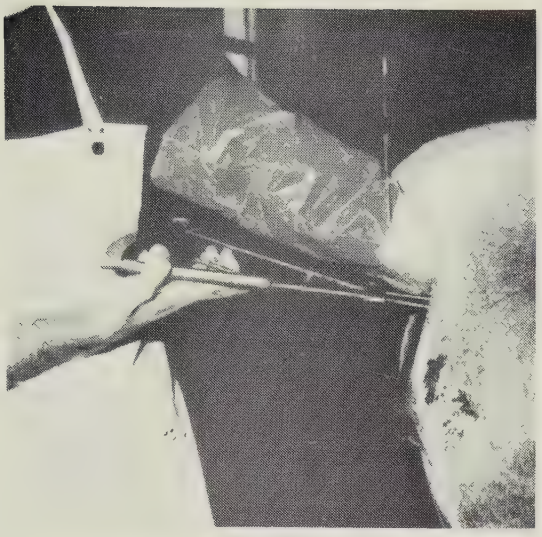
a - sur les génisses et les vaches de l'expérience "Aubrac" aux âges de :

1 an environ (348,9 j)

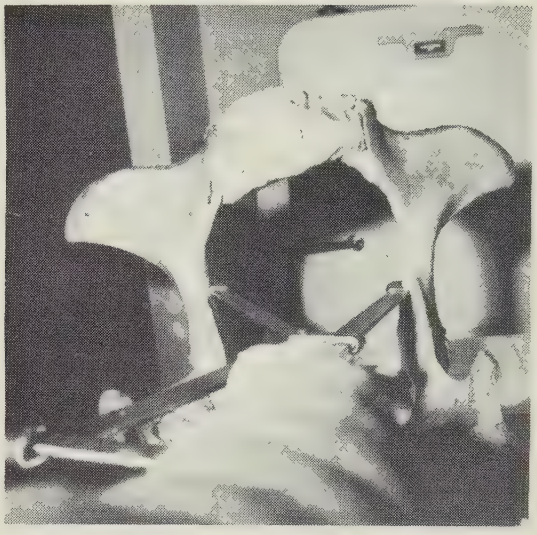
.../..

FIGURE : 19

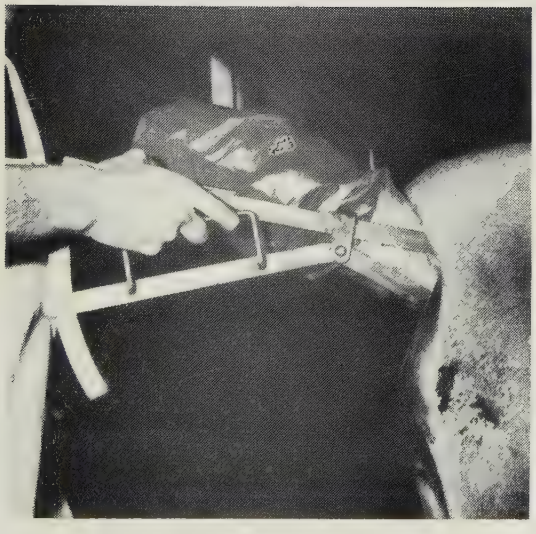
REALISATION DE LA PELVIMETRIE INTERNE



MENSURATION DE LA LARGEUR
BIS - ILIAQUE MEDIANE



POSITION DE L'APPAREIL DANS LE DETROIT PELVIEN ANTERIEUR LORS DE LA MENSURATION DE LA LARGEUR BIS - ILIAQUE MEDIANE

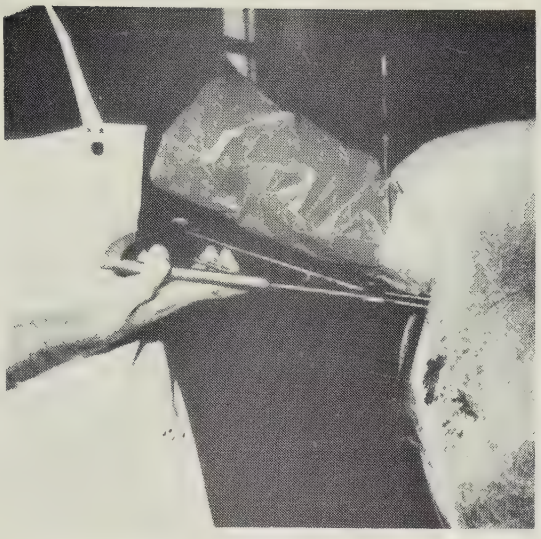


MENSURATION DE LA HAUTEUR
SACRO-PUBIENNE

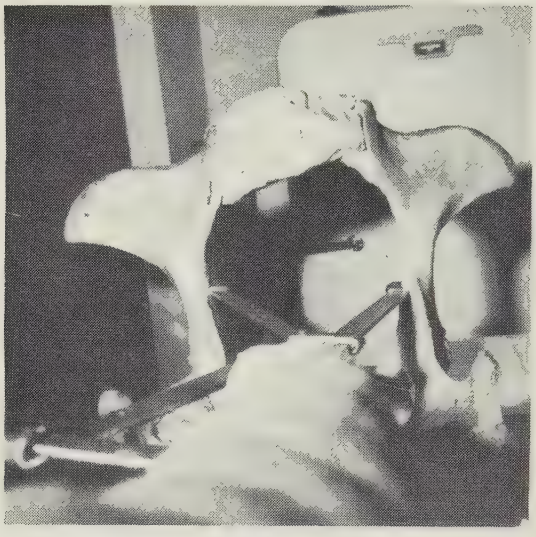
POSITION DE L'APPAREIL DANS LE DETROIT PELVIEN ANTERIEUR LORS DE LA MENSURATION DE LA HAUTEUR SACRO-PUBIENNE.

FIGURE : 19

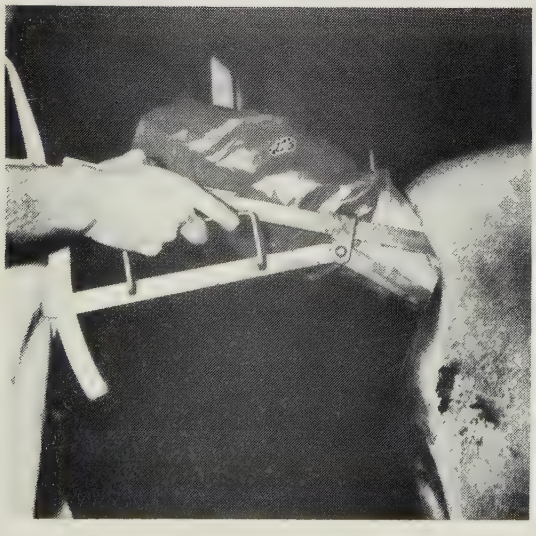
REALISATION DE LA PELVIMETRIE INTERNE



MENSURATION DE LA LARGEUR
BIS - ILIAQUE MEDIANE



POSITION DE L'APPAREIL DANS LE DETROIT PELVIEN ANTERIEUR LORS DE LA MENSURATION DE LA LARGEUR BIS - ILIAQUE MEDIANE



MENSURATION DE LA HAUTEUR
SACRO-PUBIENNE

POSITION DE L'APPAREIL DANS LE DETROIT PELVIEN ANTERIEUR LORS DE LA MENSURATION DE LA HAUTEUR SACRO-PUBIENNE.

TABLEAU 75

MESURES DE FORMAT DE L'ANIMAL

MESURE	ABREVIATION	APPAREIL UTILISE	REPERES ANATOMIQUES *
Poids vif	PV	bascule	
Largeur de Tête	LT	canne-toise	entre arcades temporales
Largeur de Poitrine	LP	canne-toise	au niveau de la 4ème côte
Tour de Poitrine	TP	canne-toise	au niveau de la 4ème côte
Largeur aux Epaules	LE	canne-toise	au niveau des articulations huméro-radiales
Hauteur au Garrot	HG	canne-toise	au niveau du garrot

* voir figure 12, page 53

2 ans environ (689,4 j) 2 mois avant la date présumée du 1er vêlage

3 ans environ (1139,1 j) également 2 mois avant la date présumée du vêlage

b - sur les génisses de l'expérience "Gasconne" aux âges de :

1 an environ (375 j)

2 ans environ (805 j), 15 jours après le vêlage

c -sur les génisses et taurillons issus des femelles de l'échantillon "Aubrac" ainsi que sur les taurillons de races mixtes et spécialisées,à environ 13 mois (396 jours).

Les variations dans les conditions de vêlage des femelles autour du vêlage sont liées à des raisons matérielles ainsi qu'à des impératifs qui nous étaient imposés par les vétérinaires responsables de l'état sanitaire des troupeaux.

Les effectifs d'animaux soumis aux mensurations d'ouverture pelvienne sont indiqués sur le tableau 76 suivant l'âge et le type génétique des animaux.

1.3.3. Contrôle de la morphologie du veau à la naissance.

Dans les 24 heures qui ont suivi la mise-bas des veaux, nous les avons mesurés dans une position comparable à la position normale du foetus lors de l'accouchement. Ils étaient, dans ce but, attachés par les pattes postérieures au barreau d'une échelle dressée en position verticale (figure 14, page 62). Les pattes antérieures étaient appliquées de part et d'autre de la tête comme elles sont observées au moment d'une mise-bas normale.

Des mesures circulaires du veau ont été réalisées au niveau des points de résistance classiques à l'expulsion du foetus : tête, épaule et trochanters. Les observations effectuées lors du vêlage à 2 ans des génisses de l'expérience "Aubrac", nous ont par ailleurs conduit à rajouter à ces mesures circulaires des mesures linéaires des diamètres verticaux et transverses du foetus aux niveaux ci-dessus. Ces mesures linéaires, permettent d'analyser l'encombrement du foetus dans les deux directions élémentaires pour lesquelles nous disposons, en regard, des mesures d'ouverture pelvienne de la mère :

.../..

TABLEAU 76

ECHANTILLONS D'ANIMAUX MESURES

a - génisses et vaches de l'essai Aubrac (échantillon n° 1)

AGE / TYPE GENETIQUE	1 an	2 ans	3 ans
AA	18	16	12
BA	16	13	11
CA	20	17	9

b - génisses et vaches de l'essai Gascon (échantillon n° 2)

AGE / TYPE GENETIQUE	1 an	2 ans
GG	29	26
BG	16	16
CG	18	16
CC	17	15
BB	17	12

c - produits des femelles de l'essai Aubrac (échantillon n° 3)

GENOTYPE PATERNEL:	CC		BB	
SEXE / GENOTYPE MATERNELLE	M	F	M	F
AA	3	1	5	1
BA	2	4	3	2
CA	3	2	3	4

d - taurillons de l'essai complémentaire (échantillon n° 4)

TYPE GENETIQUE	HH	HN	NN	CN	CC
EFFECTIF	3	6	24	6	3

Hauteur sacro-pubienne et largeur bis-iliaque. Le tableau 77 rassemble les mensurations et leurs repères anatomiques, l'abréviation retenue dans la suite de ce travail, et l'outil employé pour les mesurer.

TABLEAU 77

MESURES DES DIMENSIONS DU VEAU A LA NAISSANCE

MESURE	ABREVIATION	APPAREIL UTILISE	REPERES ANATOMIQUES ET REALISATION DES MESURES *
Poids	P_0	bascule	
Tour de tête+genou	TT_0	ruban	prises au niveau des 2 articulations des genoux en passant sur la tête au niveau du chignon
Hauteur de tête + genou (cephalo-métacarpienne)	HT_0	toise	
Tour de poitrine	TP_0	ruban	prises derrière les pointes du coude et au niveau du garrot
Profondeur de poitrine (scapulo-thoracique)	PP_0	toise	
Tour des épaules	TE_0	ruban	prise au niveau des pointes du coude et du garrot
Largeur aux épaules	LE_0	toise	prise au niveau des articulations huméro-radiales
Tour de hanches (iliaco-ventrale)	TH_0	ruban	prise en passant au niveau du gasset et sur les pointes des hanches
Tour des trochanters	$TTro_0$	ruban	prises en passant sur les rotules et sur l'attache de la queue
Largeur des trochanters	$LTro_0$	toise	
Hauteur des trochanters (coxo-rotulienne)	$HTro_0$	toise	prise au niveau des articulations coxo-fémorales
Longueur totale	LON_0	toise	prise entre le chignon et l'attache de la queue
Tour du paturon	TPA_0	ruban	au niveau du paturon
Tour du canon	TC_0		au niveau du canon
Tour du genou	TG_0		au niveau du genou

* voir figure 14, page 62

2 - R E S U L T A T S

Après avoir précisé la variation globale des difficultés de vêlage, nous analyserons les conditions de vêlage sous l'angle, d'abord, du comportement de la femelle à la mise-bas puis du déséquilibre morphologique foeto-maternel. Nous étudierons ensuite les liaisons entre l'aptitude au vêlage et les autres critères zootechniques. Enfin, nous envisagerons les possibilités de prédiction des conditions de vêlages à partir de tous ces critères.

2.1. - VARIATIONS GLOBALES DES CONDITIONS DE VELAGES.

Nous avons représenté sur les tableaux 78,79 et 80, la ventilation des vêlages contrôlés suivant les 4 catégories de conditions de mise-bas retenues (cf. "matériel animal"). Pour chacune des deux expériences considérées, la répartition des vêlages a été faite selon le sexe, la race paternelle et le génotype maternel du veau.

2.1.1. Méthode d'analyse.

Deux méthodes d'analyse ont été utilisées suivant que la note des conditions de vêlage est considérée comme une variable discontinue ou continue.

2.1.1.1. Calcul des fréquences relatives.

Dans un premier temps,nous avons calculé les fréquences relatives pour chaque type génétique, de vêlages nécessitant :

- soit une intervention chirurgicale (césarienne ou embryotomie - vêlages du type : 4) ;

- soit une extraction forcée du foetus, que celle-ci se fasse comme précédemment ou par traction sur le veau (vêlages des types 3 et 4).

Ces fréquences relatives ou pourcentages ont été regroupés de façon à pouvoir comparer :

a) - les races Charolaise et Blonde d'Aquitaine considérées comme races paternelles des veaux ;

.../..

TABLEAU 78

FREQUENCE DES VELAGES DIFFICILES * SELON LE TYPE GENETIQUE CONSIDERE

(Echantillon n° 1 = expérience "AUBRAC")

RACE DE LA MERE	RACE DU PERE	SEXE DU VEAU **	NOMBRE DE VELAGES	NOMBRE DE VELAGES DU TYPE				FREQUENCE DE VELAGES DIFFICILES (en %)	
				1	2	3	4	Types 3 + 4	Type 4
AA	BB	M	6	0	5	1	0	16,6	0
		F	1	1	0	0	0	0	0
	CC	M	6	1	1	3	1	66,6	16,6
		F	3	1	0	1	1	66,6	33,3
BA	BB	M	3	1	1	0	1	33,3	33,3
		F	3	2	1	0	0	0	0
	CC	M	4	1	0	0	3	75,0	75,0
		F	4	2	1	1	0	25,0	0
CA	BB	M	4	1	0	1	2	75,0	50,0
		F	5	1	1	2	1	60,0	20,0
	CC	M	5	0	0	0	5	100,0	100,0
		F	3	2	0	1	0	33,3	0

* 1 = vêlage sans assistance.
2 = vêlage avec légère assistance.
3 = vêlage avec assistance importante (extraction forcée)
4 = intervention chirurgicale (césarienne ou embryotomie)

** M = Mâle
F = Femelle

TABLEAU 79

FREQUENCE DES VELAGES DIFFICILES * SELON LE TYPE GENETIQUE CONSIDERE

(Echantillon n° 2 = expérience "GASCONNE")

RACE DE LA MERE	RACE DU PERE	SEXE DU VEAU**	NOMBRE DE VELAGES	NOMBRE DE VELAGES DU TYPE				FREQUENCE DE VELAGES DIFFICILES (en %)	
				1	2	3	4	Types 3 + 4	Type 4
GG	BB	M	9	0	8	1	0	11,1	0
		F	6	1	5	0	0	0	0
	CC	M	7	1	3	1	2	43,0	29,0
		F	4	0	2	1	1	50,0	25,0
BG	BB	M	3	2	1	0	0	0	0
		F	6	2	3	1	0	16,6	0
	CC	M	4	2	2	0	1	25,0	25,0
		F	2	0	2	0	0	0	0
CG	BB	M	5	0	5	0	0	0	0
		F	4	0	3	1	0	25,0	0
	CC	M	2	0	1	0	1	50,0	50,0
		F	5	1	3	0	1	20,0	20,0
BB	BB	M	6	1	5	0	0	0	0
		F	3	0	3	0	0	0	0
	CC	M	2	0	0	0	2	100,0	100,0
		F	3	1	2	0	0	0	0
CC	BB	M	3	0	2	0	1	33,3	33,3
		F	5	0	5	0	0	0	0
	CC	M	1	0	0	0	1	100,0	100,0
		F	6	0	4	0	2	33,3	33,3

* 1 = vêlage sans assistance .
2 = vêlage avec légère assistance.
3 = vêlage avec assistance importante (extraction forcée)
4 = intervention chirurgicale (césarienne ou embryotomie)

** M = Mâle F = Femelle

TABLEAU 80

FREQUENCE DES VELAGES DIFFICILES* SELON LE TYPE GENETIQUE CONSIDERE
(Echantillons n°s 1 et 2)

(Récapitulatif)

EXPERIENCE	FACTEUR CONSIDERE		NOMBRE DE VELAGES	NOMBRE DE VELAGES DU TYPE *				FREQUENCE DE VELAGES DIFFICILES (en %)	
				1	2	3	4	TYPES 3 + 4	TYPE 4
"AUBRAC"	TYPE GENETIQUE MATERNEL	AA	16	3	6	5	2	43,8	12,5
		BA	14	6	3	1	4	35,7	28,6
		CA	17	4	1	4	8	70,6	47,1
	RACE PATERNELLE	BB	22	6	8	4	4	36,4	18,2
		CC	25	7	2	6	10	64,0	40,0
	SEXE **	M	28	4	7	5	12	60,7	42,8
		F	19	9	3	5	2	36,8	10,5
"GASCONNE"	TYPE GENETIQUE MATERNEL	GG	26	2	18	3	3	23,1	11,5
		BG	16	6	8	1	1	13,3	06,7
		CG	16	1	12	1	2	18,8	12,5
		BB	14	2	10	0	2	14,3	14,3
		CC	15	0	11	0	4	26,7	26,7
	RACE PATERNELLE	BB	50	6	40	3	1	08,0	02,0
		CC	37	5	19	2	11	35,1	29,0
	SEXE **	M	43	6	27	2	8	23,3	18,6
		F	44	5	32	3	4	15,9	09,1

* 1 = vêlage sans assistance.
2 = vêlage avec légère assistance.
3 = vêlage avec assistance importante (extraction forcée)
4 = intervention chirurgicale (césarienne ou embryotomie)

** M = Mâle
F = Femelle

b) - les mères croisées issues d'un taureau charolais par rapport à celles issues d'un taureau blond d'Aquitaine ;

c) - les mères de races rustiques par rapport, d'une part, aux croisées blondes d'Aquitaine et, d'autre part, aux mères croisées charolaises ;

d) - les croisements de retour par rapport aux croisements "3 races" ;

e) - les mères de race à viande par rapport aux mères croisées de 1ère génération, dans le cas de l'expérience sur race Gasconne seulement ;

f) - et les veaux femelles par rapport aux veaux mâles.

Nous avons calculé les fréquences relatives correspondant à chacun des groupes ci-dessus envisagés dans une comparaison donnée, ainsi que la différence entre ces 2 fréquences (différence brute). Par ailleurs, pour tenir compte des déséquilibres dans les effectifs de vêlages entre ces diverses catégories, nous avons également calculé une différence pondérée "D" :

$$D = \frac{\sum_{i=1}^{n} (P_i - q_i) \; W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i}$$

$(P_i - q_i)$ représente la différence de fréquence d'un type de vêlage donné, entre les catégories du facteur considéré pour chacune des cellules élémentaires i déterminée par les autres facteurs non considérés dans la comparaison. Dans le cas, par exemple, de la comparaison des races paternelles (Charolaise = 1, Blonde d'Aquitaine = 2) l'indice i caractérise les vêlages de veaux d'un sexe donné et issus de femelles d'un type génétique déterminé ; Si N_{1i} et N_{2i} sont les effectifs de vêlages de cette catégorie i, dont les veaux sont issus respectivement d'un taureau charolais et d'un taureau blond d'Aquitaine, nous avons le coefficient de pondération :

$$W_i = 2. \frac{(N_{1i} \cdot N_{2i})}{(N_{1i} + N_{2i})}$$

.../..

Cette pondération qui revient à donner à chaque différence de fréquence (considérée alors comme une estimation indépendante) un poids statistique égal à l'inverse de sa variance, n'est en réalité qu'une solution approchée: en effet, d'une part, la variance dépend de la fréquence elle-même et il peut, d'autre part, exister des intéractions entre les facteurs envisagés dans le modèle d'analyse; cependant nous ne sommes pas capable d'apprécier ces dernières.

La valeur $\sum_i W_i$ (somme des moyennes harmoniques des effectifs) figure également sur les tableaux des résultats (Tableaux 81 et 82).

2.1.1.2. Analyse de variance et estimées de moindres carrées des notes de conditions de vêlages.

Dans un deuxième temps, nous avons effectué une analyse de variance des notes des conditions de vêlages considérées comme une variable continue. Le modèle d'analyse utilisé (effet fixe) était le suivant :

$$y_{ijkl} = \mu + g_i + g_j + s_k + \varepsilon_{ijkl}$$

avec :

y_{ijkl} = note des conditions de vêlages relatives au $l^{ème}$ veau, de sexe k, issu du $i^{ème}$ type génétique maternel et de $j^{ème}$ race paternelle.

μ = effet commun à tous les veaux de l'échantillon.

g_i = effet du $i^{ème}$ type génétique maternel sur la note de conditions de vêlage (i = 1, 2, 3 échantillon n° 1) (i = 1, 2.....,5 échantillon n° 2).

g_j = effet de la $j^{ème}$ race paternelle sur la note de conditions de vêlage (j = 1, 2 échantillons n°s 1 et 2).

s_k = effet du $k^{ème}$ sexe sur la note de conditions de vêlage (k = 1, 2).

ε_{ijkl} = variable aléatoire $\left[N\ (0,\delta)\right]$ liée à la note de conditions de vêlage du $l^{ème}$ veau de sexe k, issu d'une femelle du $i^{ème}$ type génétique maternel et des taureaux de la $j^{ème}$ race paternelle. Notons que nous avons testé au préalable l'existence d'intéraction entre ces 3 facteurs (sexe, type génétique maternel et paternel). L'absence d'intéraction entre ces facteurs nous a conduit à utiliser

.../..

TABLEAU 81

COMPARAISON* ENTRE TYPES GENETIQUES DES FREQUENCES DE VELAGES DIFFICILES

(Echantillon n° 1 "AUBRAC")

FACTEUR CONSIDERE	TYPES DE VELAGES CONSIDERES		VELAGES AVEC INTERVENTION CHIRURGICALE : TYPE (4)				VELAGES AVEC EXTRACTION FORCEE (TYPE 3) OU INTERVENTION CHIRURGICALE (TYPE 4)			
			POURCENTAGES BRUTS	DIFFERENCES BRUTES (%)	DIFFERENCES PONDEREES (%)	$\sum_i W_i$	POURCENTAGES BRUTS	DIFFERENCES BRUTES (%)	DIFFERENCES PONDEREES (%)	$\sum_i W_i$
EFFET LIE AU VEAU	+ SEXE	F	10,5	- 32,3	- 39,6	20,8	36,8	- 23,9	- 30,6	20,8
		M	42,8				60,7			
	RACE PATERNELLE	BB	18,2	- 21,8	- 19,6	22,4	36,4	- 27,6	- 33,9	22,4
		CC	40,0				64,0			
	TYPE DU CROISEMENT	de retour	42,8	+ 7,5	- 0,4	15,0	50,0	- 8,8	- 14,4	15,0
		3 rac.	35,3				58,8			
EFFET LIE AU TYPE GENETIQUE MATERNEL	CROISEMENT DE 1ère GENERATION	AA	12,5	- 16,1	- 1,9	13,8	43,8	+ 8,1	+ 2,5	13,8
		BA	28,6				35,7			
		AA	12,5	- 34,6	- 11,6	15,0	43,8	- 26,8	- 30,9	15,0
		CA	47,1				70,6			
	TYPE DE CROISEMENT DE 1ère GENERATION	BA	28,6	- 18,5	- 16,3	15,0	35,7	- 34,9	- 33,5	15,0
		CA	47,1				70,6			

* Dans chaque comparaison on a fait figurer les types génétiques concernés dans un ordre de développement musculaire croissant lorsque cela paraissait évident tout au moins.

+ M = Mâle, F = Femelle

TABLEAU 82

COMPARAISON* ENTRE TYPES GENETIQUES DES FREQUENCES DE VELAGES DIFFICILES
(Echantillon n° 2 "GASCON")

FACTEUR CONSIDERE	TYPES DE VELAGES CONSIDERES		VELAGES AVEC INTERVENTION CHIRURGICALE TYPE (4)				VELAGES AVEC EXTRACTION FORCEE (TYPE 3) OU INTERVENTION CHIRURGICALE (TYPE 4)			
			POURCENTAGES BRUTS	DIFFERENCES BRUTES (%)	DIFFERENCES PONDEREES (%)	$\sum_i W_i$	POURCENTAGES BRUTS	DIFFERENCES BRUTES (%)	DIFFERENCES PONDEREES (%)	$\sum_i W_i$
EFFET LIE AU VEAU	SEXE +	F	9,1	- 9,5	- 17,3	37,8	15,9	- 7,4	- 13,21	39,0
		M	18,6				23,3			
	RACE PATERNELLE	BB	2,0	- 27,1	- 31,6	38,2	8,0	- 27,1	- 31,2	38,2
		CC	29,0				35,1			
	TYPE DE CROISEMENT	de retour	12,5	+ 5,8	+ 10,1	14,2	18,8	+ 5,5	+ 8,9	14,2
		3 races	6,7				13,3			
EFFET LIE AU TYPE GENETIQUE MATERNEL	CROISEMENT DE 1ère GENERATION	GG	11,5	+ 4,8	+ 2,9	18,2	23,1	+ 9,8	+ 9,4	18,2
		BG	6,7				13,3			
		GG	11,5	- 1,0	- 2,2	18,8	23,1	+ 4,3	+ 3,0	18,8
		CG	12,5				18,8			
	TYPE DE CROISEMENT DE 1ère GENERATION	BG	6,7	- 5,8	- 17,6	13,8	13,3	- 5,5	- 11,7	13,8
		CG	12,5				18,8			
	TYPE DE CROISEMENT D'ABSORPTION OU ALTERNATIF	BG	6,7	- 7,6	- 15,0	13,0	13,3	- 1,0	- 9,9	13,3
		BB	14,3				14,3			
		CG	12,5	- 14,2	- 17,5	14,6	18,8	- 7,9	- 10,0	14,6
		CC	26,7				26,7			
	TYPE DE CROISEMENT D'ABSORPTION OU ALTERNATIF	BB	14,3	- 12,4	- 20,6	13,0	14,3	- 12,4	- 20,6	13,0
		CC	26,7				26,7			

* Dans chaque comparaison on a fait figurer les types génétiques concernés dans un ordre de développement musculaire croissant lorsque cela paraissait évident tout au moins.

\+ M = Mâle, F = Femelle

le modèle ci-dessus sans intéractions. Les résultats de l'analyse de variance relative à ces facteurs de variations sont rassemblés sur le tableau 83. Nous avons également fait figurer sur le tableau 84, pour chaque échantillon, les valeurs estimées relatives aux effets du sexe du veau, du type génétique maternel et de la race paternelle. Pour le type génétique maternel, nous avons comparé les estimées 2 à 2 à partir du test de DUNCAN (1955) modifié par KRAMER (1956).

2.1.2. Résultats.

Plusieurs phénomènes ressortent de façon nette et systématique à l'exament des résultats (tableaux 81 et 82) et(figures 20 et 21) concernant les fréquences relatives de difficultés de vêlage.

a) - Les difficultés de vêlage sont généralement moins fréquentes dans l'expérience "Gasconne" où les femelles ont vêlé en moyenne à 27 mois, que dans l'expérience "Aubrac" où les vêlages ont eu lieu exactement à 24 mois : 29,8 % et 51,1 % respectivement des vêlages des types (4) et(3 + 4) dans l'expérience "Aubrac" ; 13,8 % et 19,5 % pour les mêmes types dans l'expérience "Gasconne".

b) - Les veaux mâles naissent plus difficilement que les veaux femelles : + 30,6 % à + 39,6 % de vêlages difficiles supplémentaires selon le type (3 ou 3 + 4) dans l'expérience "Aubrac", et + 17,3 à 13,2 % dans l'expérience "Gasconne".

c) - Les veaux issus de taureaux charolais ont également en moyenne des naissances plus difficiles que ceux produits par les taureaux blonds d'Aquitaine : + 33,9 % de vêlages difficiles (3 + 4) dans l'essai "Aubrac", et + 31,2 % dans l'essai "Gascon".

d) - Les mères croisées Charolaises et Charolaises pures ont des vêlages plus laborieux que, respectivement, les mères croisées blondes ou blondes d'Aquitaine pures : elles ont provoqué de + 15 à 20 % de plus, de vêlages par césariennes ou embryotomies.

L'existence de ces différences entre les mères croisées (ou de race pure) charolaises et blondes d'Aquitaine, nous ont conduit à ne pas faire les

.../..

TABLEAU 83

EFFETS DU SEXE DU VEAU, DU TYPE GENETIQUE DE LA MERE ET DE LA RACE DU PERE SUR LA VARIANCE DE LA NOTE DES CONDITIONS DE VELAGES

SOURCE DE VARIATION +	ECHANTILLON N° 1 - AUBRAC			ECHANTILLON N°2 - GASCON		
	DEGRES DE LIBERTE	CARRES MOYENS	F	DEGRES DE LIBERTE	CARRES MOYENS	F
SEXE DU VEAU	1	10,31	9,17*	1	2,46	4,24*
TYPE GENETIQUE MATERNEL	2	3,38	3,01	4	0,93	1,60
RACE PATERNELLE	1	3,49	3,11	1	7,20	12,41*
RESIDUELLE	42	1,12		77	0,58	

\+ Les effets relatifs à l'ensemble des interactions entre facteurs considérés dans le modèle ne sont pas significatifs au seuil de 5 p.100.

* Effet significatif au seuil de 5 p.100.

TABLEAU 84

ESTIMEES DE MOINDRES CARRES POUR LA NOTE DES CONDITIONS DE VELAGE SELON LE TYPE GENETIQUE

FACTEUR CONSIDERE		ECHANTILLON n° 1 (AUBRAC)	ECHANTILLON n° 2 (GASCON)
ESTIMEE GENERALE		2,40	2,27
SEXE	F	1,91	2,09
	M	2,89	2,45
RACE PATERNELLE	BB	2,13	1,97
	CC	2,67	2,57
TYPE GENETIQUE MATERNEL **	RR*	2,10 (a)	2,28 (a, b)
	BR*	2,17 (a)	1,94 (a)
	CR	2,93 (b)	2,31 (a,b)
	BB	-	2,19 (a,b)
	CC	-	2,63 (b)

* R : race rustique = AUBRAC (échantillon n° 1) ; GASCONNE (échantillon n° 2)

** Les estimées affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles au seuil de 5 %.

(échantillon n° 1 - AUBRAC)

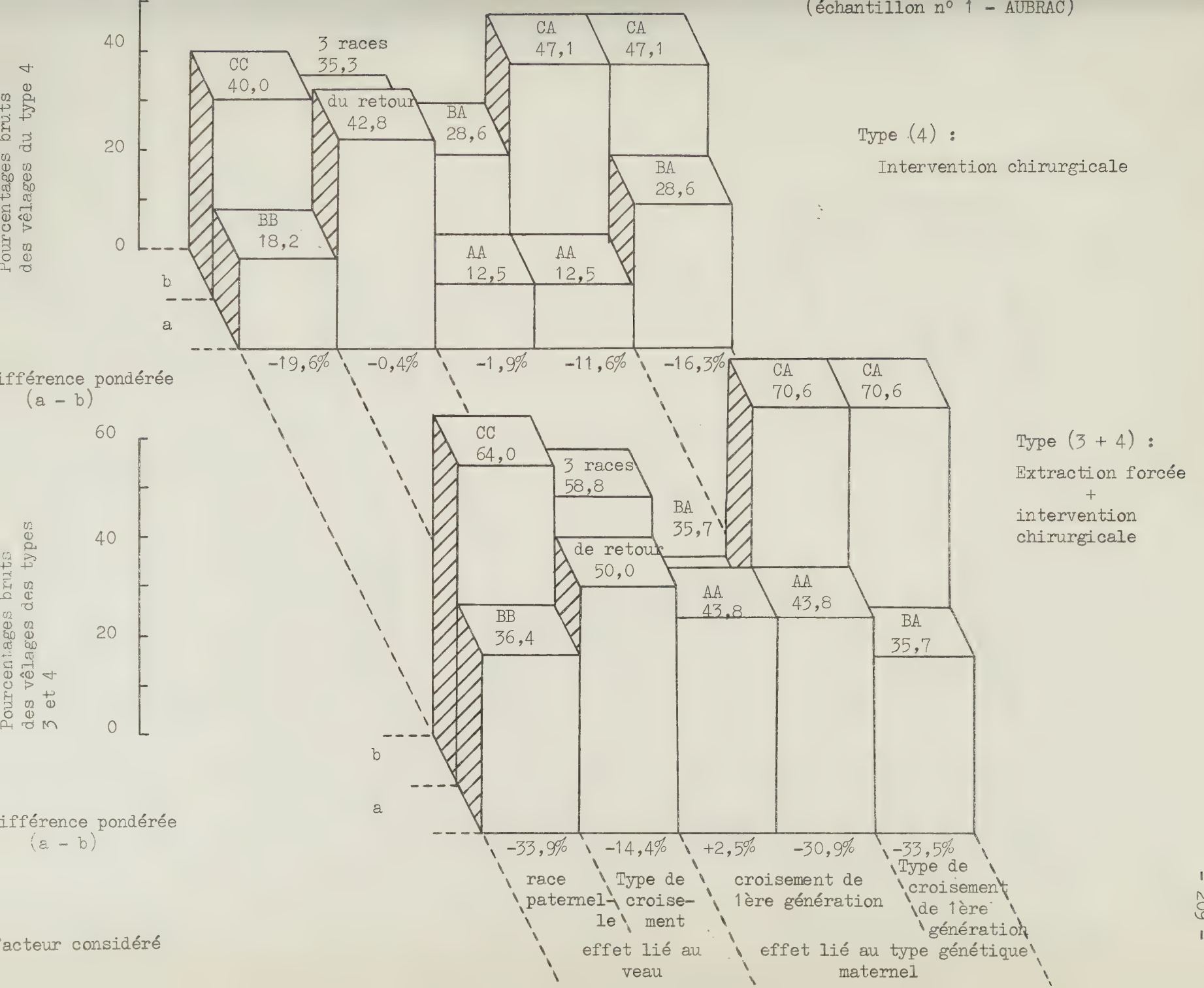
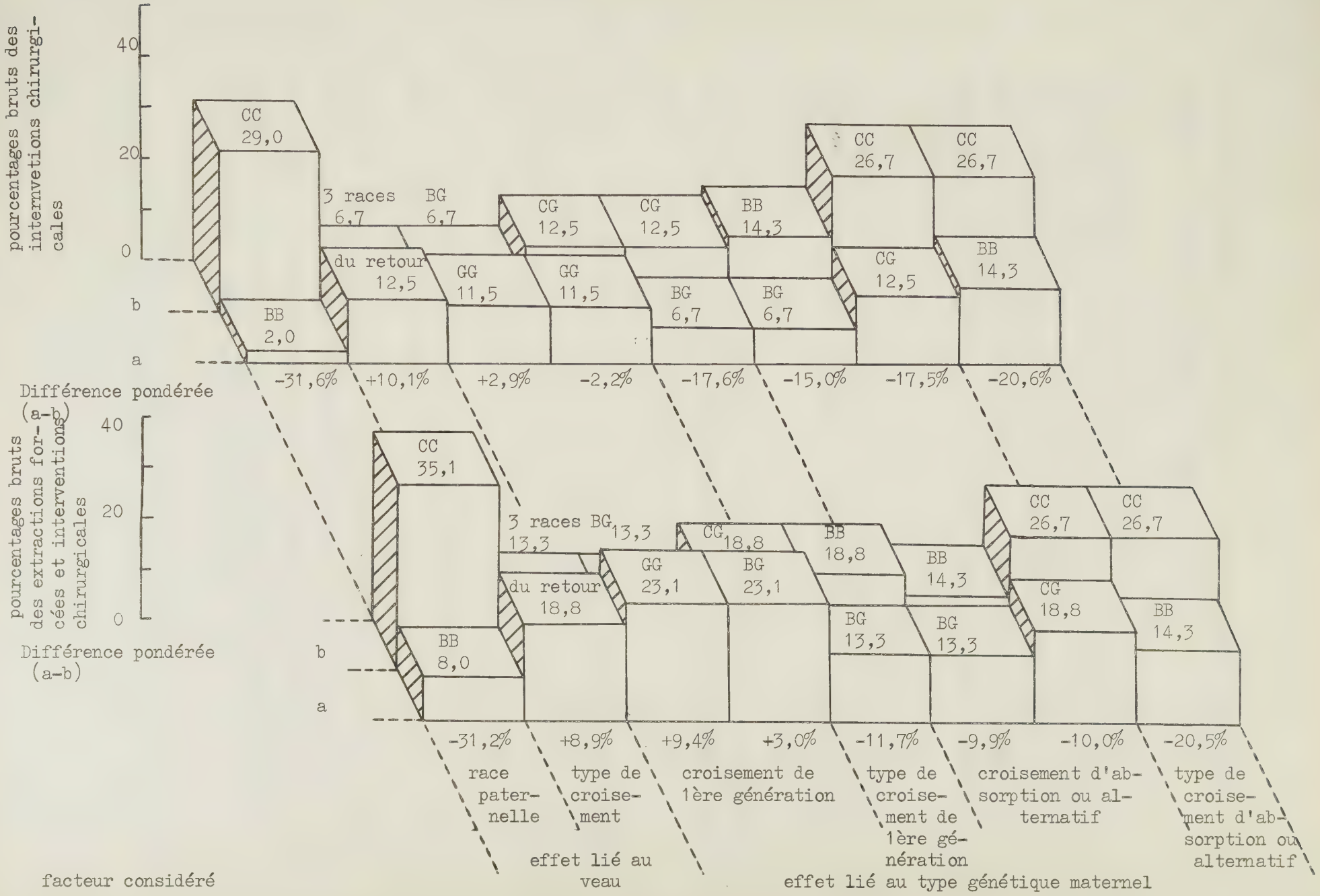


FIGURE 21 - COMPARAISON ENTRE TYPES GENETIQUES DES FREQUENCES DE VELAGES DIFFICILES (échantillon n° 2 - GASCON)



comparaisons globales où intervenaient ensemble ces deux types de mères : races rustiques - croisées ou croisées - races à viande.

e) - Le passage de la race rustique au croisement de 1ère génération : race rustique et race à viande, puis de celui-ci à la race à viande (croisement d'absorption) s'accompagne chez les femelles d'une augmentation très nette des difficultés de vêlage dans le cas où la race à viande concernée est la race Charolaise. Dans le cas où la race à viande est la Blonde d'Aquitaine, les conditions de vêlage semblent très comparables à celles des femelles de races rustiques (Gasconne ou Aubrac).

f) - Par contre, il n'y a pas de différence sensible entre les conditions de naissance des veaux issus d'un croisement de retour et celles des veaux produits d'un croisement triple.

Enfin, signalons que nous n'avons pas considéré dans cette analyse les seconds vêlages des vaches Aubrac, bien que nous les ayons contrôlés . Les raisons de cette élimination sont les suivantes :

- Tout d'abord, les femelles ayant vêlé difficilement à 2 ans avec césarienne notamment, avaient été la plupart du temps éliminées de la reproduction avant le 2ème vêlage pour cause d'infertilité consécutive à ce mode de mise-bas. L'effectif était, de ce fait, réduit et l'échantillonnage faussé.

- Par ailleurs, pour les vaches restantes les conditions de ce second vêlage étaient en général favorables :

2 césariennes ont été pratiquées à la suite d'accouplements: ♂♂CC × ♀♀ CA et ♂♂BB × ♀♀ CA, ces femelles ayant déjà nécessité une telle intervention lors du 1er vêlage. Le pourcentage de vêlages difficiles et d'interventions chirurgicales étaient respectivement de 36,4 % et 64,0 % dans le cas d'une utilisation de taureaux CC et BB, de 43,8 %, 35,7 % et 70,6 % avec les mères AA, BA × CA.

Ces résultats sont donc tout à fait conformes à ceux obtenus et analysés ci-dessus pour les premiers vêlages.

.../..

Bien que les conditions de normalité de la note des conditions de vêlage peut être discutées, nous retrouvons par analyse de variance des résultats qui confirment les précédents (Tableau 83) :

- L'incidence du sexe du veau (échantillons n°s 1 et 2) et de la race paternelle (échantillon n° 2) est confirmée par cette analyse. Les estimées concernant les veaux mâles, d'une part, et ceux issus d'un père charolais, d'autre part, sont les plus importantes (Tableau 84).

- Au niveau des types génétiques maternels, nous retrouvons (Tableau 84) la différence d'aptitude au vêlage entre les femelles charolaises (échantillon n° 2) et croisées charolaises (échantillonsn°s 1 et 2) par rapport aux femelles de races rustiques ou croisées blondes d'Aquitaine.

2.2. - ANALYSE DES CONDITIONS DE VELAGE ET DU COMPORTEMENT DE LA FEMELLE A LA MISE BAS.

Nous avons rassemblé sur le tableau 85, par sexe et type génétique, les valeurs moyennes des variables continues (volume de la vulve et rapport du poids des enveloppes au poids de naissance du veau), ainsi que la fréquence des cas de comportement défavorable pour les variables discontinues, caractérisant les conditions et le déroulement de la parturition. Ces différents critères ont été définis dans le chapitre précédent.

Nous verrons, successivement, les variations globales de ces différents critères de comportement en liaison avec les conditions de vêlages d'une part, puis les variations de ces mêmes critères selon le type génétique des veaux.

2.2.1. - Liaisons globales entre les difficultés de vêlage et les critères de comportement au vêlage.

Nous avons recherché l'existence de telles liaisons à partir de tests d'indépendance (χ^2) entre les difficultés de vêlage et chacun des critères de comportement à la mise-bas. Pour chaque échantillon (Aubrac et Gascon), nous avons considéré les conditions de mise-bas selon deux modalités de classement des difficultés de vêlages à partir du mode d'expulsion du foetus :

.../..

TABLEAU 8.5

VALEURS MOYENNES ET NOMBRE DES CAS DE COMPORTEMENT DEFAVORABLE SELON LE TYPE GENETIQUE

EXPERIENCE	FACTEUR CONSIDERE		PHASE / CRITERES : Nbre vêlages	VOLUME DE LA VULVE	RELACHEMENT DES LEVRES VULVAIRES	RESISTANCE AU NIVEAU DE LA VULVE	PREPARATION MAMMAIRE	RELACHES DES LIGAMENTS SACRO-SCIATIQUE
			PRE - PARTUM					
"AUBRAC"	TYPE GENETIQUE MATERNEL	AA	16	812	6	11	7	5
		BA	14	926	3	2	10	3
		CA	17	1136	1	11	13	8
	RACE PATERNELLE	BB	22	1025	2	10	13	6
		CC	25	906	8	14	17	10
	SEXE	M	28	929	4	18	16	10
		F	19	978	6	6	14	6
"GASCONNE"	TYPE GENETIQUE MATERNEL	GG	27	351	17	11	17	15
		BG	14	388	6	8	7	6
		CG	17	452	8	9	11	13
		BB	14	461	2	8	11	9
		CC	10	448	1	7	8	6
	RACE PATERNELLE	BB	46	374	25	21	24	22
		CC	36	446	9	22	30	27
	SEXE	M	42	416	18	21	24	24
		F	40	403	16	22	30	25

TABLEAU 85 (suite)

VALEURS MOYENNES ET NOMBRE DES CAS DE COMPORTEMENT DEFAVORABLE SELON LE TYPE GENETIQUE

EXPERIENCE	FACTEUR CONSIDERE		PHASE / CRITERES : Nbre VELAGES	DU PART : EFFORTS EXPULSIFS	DU PART : INTERV. 1es COLIQUES- ECLAT^{t} SAC AMNIOTIQUE	DU PART : INTERV. ECLAT^{t} SAC AMN.-APPARITION VEAU	DU PART : RESISTANCE AU NIVEAU DU CANAL PELVIEN	POST-PARTUM : INSTINCT MATERNEL	POST-PARTUM : VIGUEUR DU VEAU	POST-PARTUM : POIDS DES ENVELOPPES ANNEXES *
"AUBRAC"	TYPE GENETIQUE MATERNEL	AA	16	5	4	6	9	1	1	123
		BA	14	6	6	2	5	2	4	104
		CA	17	9	10	11	11	5	6	115
	RACE PATERNELLE	BB	22	8	9	6	9	2	4	115
		CC	25	12	11	13	16	6	7	113
	SEXE	M	28	12	12	13	17	4	6	120
		F	19	8	8	6	8	4	5	106
"GASCONNE"	TYPE GENETIQUE MATERNEL	GG	27	15		11	6			
		BG	14	8		8	2			
		CG	17	12		9	4			
		BB	14	12		8	0			
		CC	10	8		7	3			
	RACE PATERNELLE	BB	46	30		25	5			
		CC	36	25		18	10			
	SEXE	M	42	29		22	8			
		F	40	16		21	7			

* exprimé en ‰ du poids du veau à la naissance.

- Type I : expulsion avec ou sans interventions chirurgicales (note 4 par rapport aux notes : 1 + 2 + 3) ;

- Type II : expulsion avec ou sans extraction forcée du foetus, que ce soit une extraction par les voies naturelles (forte traction) ou par des interventions chirurgicales (notes : 3 + 4 par rapport aux notes : 1 + 2).

Rappelons que, pour les critères de comportement, ceux-ci ont été classés en deux catégories : bonne et mauvaise.

Les valeurs des χ^2 relatives à ces divers tests figurent dans le tableau 86. De ces résultats, il ressort les faits suivants :

- pour l'expérience "Aubrac" où les difficultés de mise-bas ont été dans l'ensemble plus sévères, les conditions de vêlage définies par le type d'extraction du foetus (type II) apparaissent plus liées aux éléments du comportement à la mise-bas que dans le cas où l'on considère les interventions chirurgicales (type I). Dans le cas de l'expérience "Gasconne", les résultats sont comparables pour les deux types de conditions de vêlage.

- Parmi les critères considérés comme signes précurseurs de la mise-bas (n°s 1, 2, 4 et 5), le degré de relâchement des ligaments sacro-sciatiques (n° 5) apparaît comme un des critères les plus liés aux difficultés de mise-bas pour l'expérience "Gasconne". Ce même critère serait sans incidence (non significatif) dans l'expérience "Aubrac".

- Dans les deux expériences, les critères 3 et 9 caractérisant les points de résistance lors de l'expulsion (vulve et bassin respectivement) sont évidemment liés aux difficultés de parturition (tableau 86).

Les autres critères du comportement caractérisant l'expulsion du foetus (n°s 6, 7 et 8), sont également liés aux difficultés de mise-bas dans l'expérience "Aubrac". Là aussi ces critères, appréciés par des intervalles de temps entre les divers stades d'avancement du foetus dans le canal pelvien, ne sont plus, de ce fait, indépendants des difficultés de vêlage et notamment du type d'extraction (forcée ou non - type II) - (tableau 86).

.../..

TABLEAU 86

RELATIONS GLOBALES ENTRE LES DIFFICULTES DE MISE-BAS ET LES CRITERES DE COMPORTEMENT AU VELAGE (Valeurs des χ^2)

PHASE	CRITERE DE COMPORTEMENT AU VELAGE		ECHANTILLON n° 1 - AUBRAC						ECHANTILLON n° 2 - GASCON					
			TOTAL	COMPARAISON : I +		COMPARAISON ++ : II			TOTAL	COMPARAISON : I			COMPARAISON : II	
	CRITERE n°	NOTE	Nbre	%	% DU TYPE : 4	χ^2	% DES TYPES 3+4	χ^2	Nbre	%	% DU TYPE : 4	χ^2	% DES TYPES 3+4	χ^2
PREPARTUM	Volume de la vulve n°1	2	36	76,5	27,7 %	0,28	47,2 %	0,90	15	51,7	26,6 %	0,19	26,6 %	0,67
		1	11	23,5	36,3 %	(p=0,75)	63,6 %	(p=0,50)	14	48,3	07,1 %	(p=0,75)	14,2 %	(p=0,50)
	Relâchement des lèvres vulvaires n°2	2	36	76,5	30,5 %	0,04	50,0 %	0,06	44	57,8	18,1 %	2,31	18,1 %	0,08
		1	11	23,5	27,2 %	(p=0,90)	54,5 %	(p=0,90)	32	42,2	06,2 %	(p=0,20)	15,6 %	(p=0,90)
	Résistance au niveau de la vulve n°3	2	23	48,9	17,3 %	3,30	34,7 %	4,77	33	43,4	0 %	8,37	0 %	12,03
		1	24	51,1	41,6 %	(p=0,10)	66,6 %	(p=0,05)	43	56,6	21,7 %	(p=0,005)	28,2 %	(p=0,005)
	Préparation mammaire n°4	2	17	36,2	17,6 %	1,87	29,4 %	4,99	26	34,2	6,0 %	0,17	7,5 %	0,12
		1	30	63,8	36,6 %	(p=0,20)	63,3 %	(p=0,05)	50	65,7	12,0 %	(p=0,75)	16,0 %	(p=0,75)
	Relâchement des ligaments sacro-sciatique n°5	2	31	65,9	25,8 %	0,69	45,1 %	1,26	30	39,4	0 %	7,47	3,3 %	6,63
		1	16	34,1	37,5 %	(p=0,50)	62,5 %	(p=0,25)	46	60,6	21,7 %	(p=0,01)	26,0 %	(p=0,01)
DU PART	Efforts expulsifs n°6	2	28	59,5	21,4 %	2,27	32,1 %	9,92	26	34,2	15,3 %	7,13	23,0 %	2,30
		1	19	40,5	42,1 %	(p=0,20)	78,9 %	(p=0,005)	50	65,8	12,0 %	(p=0,01)	14,0 %	(p=0,20)
	Intervalle 1ères coliques éclatement du sac amniotique n°7	2	28	59,5	21,4 %	2,27	35,7 %	6,52						
		1	19	40,5	42,1 %	(p=0,20)	73,6 %	(p=0,025)						
	Intervalle éclatement du sac - apparition du veau n°8	2	28	59,5	17,8 %	4,71	25,0 %	18,82	35	46,0	5,7 %	3,13	8,5 %	3,33
		1	19	40,5	47,3 %	(p=0,05)	89,4 %	(p=0,005)	41	54,0	72,7 %	(p=0,10)	90,9 %	(p=0,10)
	Résistance au niveau du canal pelvien n°9	2	21	44,6	0 %	16,10	14,2 %	20,54	63	82,8	3,1 %	32,05	4,7 %	39,56
		1	26	55,4	53,8 %	(p=0,005)	80,7 %	(p=0,005)	13	17,2	61,5 %	(p=0,005)	76,9 %	(p=0,005)

\+ Classes des conditions de mise-bas considérées : avec ou sans intervention chirurgicale (note : 4) vs (notes : 1 + 2 + 3)

++ Classes des conditions de mise-bas considérées : avec ou sans extraction forcée (notes 3 + 4) vs (notes 1 + 2)

1 = Mauvaise
2 = Bonne

2.2.2. - Variations génétiques du comportement de la femelle au vêlage.

Comme précédemment (chapitre I - variations globales des difficultés de vêlage) les valeurs moyennes et les fréquences relatives ont été regroupées pour comparer 2 à 2 les races paternelles, les types génétiques des femelles, les schémas de croisement ainsi que les vêlages correspondant à des veaux de sexes différents. Les différences entre les moyennes ou pourcentages relatifs à deux catégories considérées globalement ou pondérées pour tenir compte de l'influence des autres modalités de classement figurent sur les tableaux 87 et 88, avec les sommes des moyennes harmoniques des effectifs correspondants .

Nous distinguerons dans l'analyse de ces résultats :

- les signes de préparation à la mise-bas caractérisant la vulve (volume n°1 et tuméfaction n°2) ainsi que la résistance à l'expulsion à ce niveau (n° 3) ;

- les signes relatifs au vêlage proprement dit (relâchement des ligaments sacro-sciatiques, n°5) et au franchissement du canal pelvien (critères appréciant soit le temps séparant les diverses étapes de progression du foetus n°s 6,7 et 8 soit la résistance à cette progression n° 9).

- les signes annexes relatifs notamment au comportement maternel (n° 4) et au veau (n°s 10, 11 et 12).

a) - Phase pre-partum : Résistance au niveau de la vulve.

La tuméfaction de la vulve est d'autant plus intense que la musculature des types génétiques maternels est plus développée. Cela est vrai lorsque l'on compare les races rustiques aux croisements et aux races à viande et les animaux croisés blonds aux croisés charolais ou blonds d'Aquitaine. De ce fait, la résistance au niveau de la vulve qui n'entraîne pas à elle seule la nécessité de réaliser une césarienne ou une embryotomie mais conduit à des tractions plus fortes de la part de l'éleveur, devient plus importante avec les femelles de races rustiques et avec les croisées blondes d'Aquitaine qu'avec les croisées charolais et les charolaises pures.

Il y a par contre peu de différences de résistance au niveau de la vulve entre les croisées blondes ou les blondes d'Aquitaine pures et les femelles de races rustiques ; à cet égard, ces deux types de femelles paraissent très proches.

TABLEAU 87

COMPARAISON DES VALEURS MOYENNES ET DES FREQUENCES DES CAS DE COMPORTEMENT DEFAVORABLE*
(échantillon n° 1 - AUBRAC)

PHASE CONSIDEREE			PRE - PARTUM															
FACTEUR CONSIDERE	CRITERE n° CONSIDERE		VALEUR DE LA VULVE n°1			RELACHEMENT ET CONGESTION DES LEVRES VULVAIRES n°2			RESISTANCE AU NIVEAU DE LA VULVE n°3			PREPARATION MAMMAIRE n°4			RELACHEMENT DES LIGAMENTS SACRO SCIATIQUE n°5		
			I	II	$\Sigma_i W_i$	I (%)	II (%)	$\Sigma_i W_i$	I (%)	II (%)	$\Sigma_i W_i$	I (%)	II (%)	$\Sigma_i W_i$	I (%)	II (%)	$\Sigma_i W_i$
EFFET LIE AU VEAU	SEXE +	F M	+49,0	+12,3	20,8	+17,5	+18,7	20,8	-14,5	-27,0	20,8	+16,5	+ 5,2	20,8	- 4,0	- 8,5	20,8
	RACE PATERNELLE	BB CC	+119,0	+109	22,4	-22,9	-19,5	22,4	+ 6,4	+11,5	22,4	- 9,0	- 8,5	22,4	-12,7	-20,3	22,4
	TYPE DE CROISEMENT	de retour 3 races	+74,5	+63,4	15,0	-10,5	- 8,7	15,0	+ 1,6	- 5,6	15,0	+ 8,5	+ 8,9	15,0	-25,7	-24,1	15,0
EFFET LIE AU TYPE GENETIQUE MATERNEL	CROISEMENT DE 1ère GENERATION	AA BA	-114,0	-108,4	13,8	+16,0	+23,7	13,8	+54,4	+49,1	13,8	-23,7	-25,4	13,8	+ 9,8	+ 4,5	13,8
		AA CA	-324,0	-331,0	15,0	+31,5	+36,0	15,0	+ 4,0	+ 7,2	15,0	-32,7	-24,6	15,0	-16,0	- 8,4	15,0
	TYPE CROIS. DE 1ère GENERATION	BA CA	-210,0	-214,0	15,0	+15,6	+10,5	15,0	-50,4	-51,2	15,0	- 5,0	- 4,2	15,0	-25,7	-24,1	15,0

I = Différence brute
II = Différence pondérée

* Dans chaque comparaison on a fait figurer les types génétiques concernés dans un ordre de développement musculaire croissant lorsque cela paraissait évident tout au moins.

+ M = Mâle, F = Femelle

TABLEAU 87 (suite)

COMPARAISON DES VALEURS MOYENNES ET DES FREQUENCES DES CAS DE COMPORTEMENT DEFAVORABLE *
(échantillon n° 1 - AUBRAC)

PHASE CONSIDEREE			DU PART												
FACTEUR CONSIDERE	CRITERE n° CONSIDERE		INTENSITE DES EFFORTS EXPULSIFS n°6			INTERVALLE: 1ères COLIQUES - ECLATEMENT DU SAC AMNIOTIQUE n°7			INTERVALLE: ECLATEMENT DU SAC - APPARITION DU VEAU n°8			RESISTANCE AU NIVEAU DU CANAL PELVIEN n°9		
			I (%)	II (%)	$\Sigma_i W_i$	I (%)	II (%)	$\Sigma_i W_i$	I (%)	II (%)	$\Sigma_i W_i$	I (%)	II (%)	$\Sigma_i W_i$
EFFET LIE AU VEAU	SEXE +	F												
		M	- 0,7	- 10,1	20,8	- 0,7	- 9,6	20,8	- 14,8	- 17,5	20,8	- 18,6	- 22,1	20,8
	RACE PATERNELLE	BB												
		CC	-11,7	- 14,0	22,4	- 3,1	- 8,4	22,4	- 24,7	- 28,5	22,4	- 23,1	- 22,3	22,4
	TYPE DE CROISEMENT	de retour												
		3 races	+ 3,0	+ 2,2	15,0	- 16,0	-16,5	15,0	+ 1,6	- 3,5	15,0	- 16,1	- 20,1	15,0
EFFET LIE AU TYPE GENETIQUE MATERNEL	CROISEMENT DE 1ère GENERATION	AA												
		BA	-11,6	-12,7	13,8	- 17,8	-21,1	13,8	+ 23,2	+ 21,5	13,8	+ 20,5	+ 15,5	13,8
		AA												
		CA	-21,7	-20,3	15,0	- 33,8	-34,6	15,0	- 27,2	- 34,9	15,0	- 8,5	- 11,4	15,0
	TYPE CROIS. DE 1ère GENERATION	BA												
		CA	-10,1	- 9,3	15,0	- 16,0	-21,2	15,0	- 50,5	- 40,9	15,0	- 31,0	-27,2	15,0

I - Différence brute
II - Différence pondérée

* Dans chaque comparaison on a fait figurer les types génétiques concernés dans un ordre de développement musculaire croissant lorsque cela paraissait évident tout au moins.

\+ M = Mâle, F = Femelle

TABLEAU 87 (suite)

COMPARAISON DES VALEURS MOYENNES ET DES FREQUENCES DES CAS DE COMPORTEMENT DEFAVORABLE*
(échantillon n° 1 - AUBRAC)

PHASE CONSIDEREE			POST - PARTUM								
FACTEUR CONSIDERE	CRITERE n° CONSIDERE		INSTINCT MATERNEL n°10			VIGUEUR DU VEAU A LA NAISSANCE n°11			POIDS DES ENVELOPPES ANNEXIELLES EXPRIME EN ‰ DU P_o n°12		
			I (%)	II (%)	$\sum_i W_i$	I (%)	II (%)	$\sum_i W_i$	I (%)	II (%)	$\sum_i W_i$
EFFET LIE AU VEAU	SEXE +	F	+ 6,8	+ 3,8	20,8	+ 4,9	- 0,1	20,8	- 14,0	- 11,3	16,4
		M									
	RACE PATERNELLE	BB	- 14,9	- 16,7	22,4	- 9,8	- 12,7	22,4	+ 2,0	- 5,7	17,2
		CC									
	TYPE DE CROISEMENT	de retour	- 19,1	+ 21,7	15,0	+ 19,4	+ 20,0	15,0	- 2,3	- 0,4	11,6
		3 races									
EFFET LIE AU TYPE GENETIQUE MATERNEL	CROISEMENT DE 1ère GENERATION	AA	- 8,0	- 9,3	13,8	- 22,3	- 22,5	13,8	+ 19,0	+ 13,3	11,0
		BA									
		AA	- 23,1	- 18,9	15,0	- 29,0	- 26,9	15,0	+ 8,0	+ 5,2	12,6
		CA									
	TYPE CROIS. DE 1ère GENERATION	BA	- 15,1	- 14,4	15,0	- 6,7	- 6,3	15,0	- 11,0	- 14,5	9,6
		CA									

I = Différence brute
II = Différence pondérée

* Dans chaque comparaison on a fait figurer les types génétiques concernés dans un ordre de développement musculaire croissant lorsque cela paraissait évident tout au moins.

\+ M = Mâles, F = Femelle

TABLEAU 88 *

COMPARAISON DES VALEURS MOYENNES ET DES FREQUENCES DES CAS DE COMPORTEMENT DEFAVORABLE
(échantillon n° 2 - GASCON)

PHASE CONSIDEREE			PRE - PARTUM																	
FACTEUR CONSIDERE	CRITERE n° CONSIDERE		VOLUME DE LA VULVE n°1			RELACHEMENT ET CONGESTION DES LEVRES VULVAIRES n°2			RESISTANCE AU NIVEAU DE LA VULVE n°3			PREPARATION MAMMAIRE n°4			RELACHEMENT DES LIGAMENTS SACRO-SCIATIQUE n°5		
			I	II	$\sum_i W_i$	I (%)	II (%)	$\sum_i W_i$	I (%)	II (%)	$\sum_i W_i$	I (%)	II (%)	$\sum_i W_i$	I (%)	II (%)	$\sum_i W_i$
EFFET LIE AU VEAU	SEXE +	F M	- 13,0	-	-	- 2,8	+0,04	37,6	+ 5,0	+0,02	37,6	17,9	17,2	37,6	+ 5,4	-0,04	37,6
	RACE PATERNELLE	BB CC	- 27,3	-	-	+29,3	+30,6	39,2	-15,5	-17,3	39,2	-31,1	-33,5	39,2	-27,2	-32,3	39,2
	TYPE DE CROISEMENT	de retour 3 races	+229,0	-	-	-15,8	-19,4	14,2	+15,9	+ 7,3	14,2	+ 9,2	+ 4,3	14,2	+15,4	+ 9,3	14,2
	CROISEMENT DE 1ère GENERATION	GG BG	- 37,0	-	-	+20,1	+19,3	18,2	-16,4	-15,2	18,2	+12,9	+14,5	18,2	+15,4	+ 9,3	14,2
		GG CG	-101,0	-	-	+15,8	+11,9	18,8	-12,2	-11,3	18,8	-1,8	- 0,4	18,8	-21,0	-17,4	18,8
EFFET LIE AU TYPE GENETIQUE MATERNEL	TYPE DE CROISEMENT DE 1ère GENERATION	BG CG	- 64,0	-	-	- 4,3	- 6,1	13,8	+ 4,2	+ 4,1	13,8	-14,7	- 6,6	13,8	-33,7	-26,0	13,8
	CROISEMENT D'ABSORPTION OU ALTERNATIF	BG BB	- 73,0	-	-	+28,6	+30,6	12,6	0	- 1,6	12,6	-28,5	-32,5	12,6	-21,4	-23,7	12,6
		CG CC	+ 4,0	-	-	+37,1	+39,9	12,2	-17,1	-14,0	12,2	-15,3	-13,5	12,2	+16,5	+16,1	12,2
	TYPE DE CROISEMENT D'ABSORPTION OU ALTERNATIF	BB CC	+13,0	-	-	+ 4,2	+ 6,2	15,8	-12,9	-18,0	15,8	- 1,5	+ 7,8	15,8	+ 4,2	+ 7,9	15,8

I = Différence brute
II = Différence pondérée

+ M = Mâle, F = Femelle

* Dans chaque comparaison on a fait figurer les types génétiques concernés dans un ordre de développement musculaire croissant lorsque cela paraissait évident tout au moins.

TABLEAU 88 (suite) *

COMPARAISON DES VALEURS MOYENNES ET DES FREQUENCES DES CAS DE COMPORTEMENT DEFAVORABLE
(échantillon n° 2 - GASCON)

PHASE CONSIDEREE			DU PART								
FACTEUR CONSIDERE \ CRITERE n° CONSIDERE			INTENSITE DES EFFORTS EXPULSIFS n°6			INTERVALLE: ECLATEMENT DU SAC AMNIOTIQUE - APPARITION DU VEAU n°7			RESISTANCE AU NIVEAU DU CANAL PELVIEN n°9		
			I (%)	II (%)	$\sum_i W_i$	I (%)	II (%)	$\sum_i W_i$	I (%)	II (%)	$\sum_i W_i$
EFFET LIE AU VEAU	SEXE +	F M	- 29,0	- 8,3	37,6	+ 0,02	+ 0,4	37,6	- 1,5	- 4,2	37,6
	RACE PATERNELLE	BB CC	- 4,2	- 8,6	39,2	+ 4,3	+ 1,3	39,2	- 16,9	- 16,6	39,2
	TYPE DE CROISEMENT	de retour 3 races	+ 8,6	+ 8,9	14,2	-10,0	- 10,9	14,2	- 1,2	- 2,6	14,2
EFFET LIE AU TYPE GENETIQUE MATERNEL	CROISEMENT DE 1ère GENERATION	GG BG	+ 8,6	+ 8,9	14,2	-10,0	- 10,9	14,2	- 1,2	- 2,6	14,2
		GG CG	- 15,0	- 15,7	18,8	-12,2	- 13,4	18,8	- 1,3	- 1,7	18,8
	TYPE DE CROISEMENT DE 1ère GENERATION	BG CG	- 13,4	- 6,3	13,8	+ 5,8	+ 7,3	13,8	- 9,3	- 15,2	13,8
	CROISEMENT D'ABSORPTION OU ALTERNATIF	BG BB	- 28,6	- 22,6	12,6	0	+ 5,9	12,6	+ 14,2	+ 10,9	12,6
		CG CC	- 9,5	- 14,7	12,2	- 17,1	- 21,4	12,2	- 6,5	- 7,6	12,2
	TYPE DE CROISEMENT d'ABSORPTION ou ALTERNATIF	BB CC	- 5,7	- 3,2	15,8	- 12,9	- 16,2	15,8	- 30,0	- 34,2	15,8

I = Différence brute
II = Différence pondérée

+ M = Mâle, F = Femelle

* Dans chaque comparaison on a fait figurer les types génétiques concernés dans un ordre de développement musculaire croissant lorsque cela paraissait évident tout au moins.

b) - Phase du part : Résistance au niveau du canal pelvien.

D'une façon générale,contrairement aux observations précédentes, l'augmentation de musculature des femelles s'accompagne d'une réduction du degré de relâchement des ligaments (n° 5) et de l'intensité des efforts expulsifs (n° 6), d'une mauvaise coïncidence entre l'éclatement du sac amniotique et l'apparition du veau au niveau de la vulve (n° 8). Ces différences de comportement ont pour conséquence un accroissement de la fréquence des cas de résistance au franchissement du canal pelvien par le foetus (n° 9). L'augmentation du poids de ce dernier (voir plus loin) du fait des effets direct et maternel qui se manifestent quand on passe des femelles de races rustiques aux femelles croisées et aux femelles de races à viande se cumule vraisemblablement avec les effets défavorables du comportement maternel lié à cette augmentation de la musculautre. Comme précédemment, les femelles blondes et croisées blondes d'Aquitaines présentent malgré leur musculature supérieure, un comportement très voisin de celui des femelles de races rustiques.

Les différences de comportement enregistrées indépendamment du type génétique des mères et concernent soit le sexe du veau, soit la race du père, soit le type de croisement, reflètent probablement les effets négatifs de l'augmentation de taille du foetus et des modifications de sa morphologie (plus précisément de son développement en largeur) sur l'harmonie qui devrait se manifester entre les étapes successives de son expulsion : déclenchement des coliques, éclatement du sac amniotique, apparition du veau au niveau de la vulve.

c) - Comportement du veau et comportement maternel.

Il est remarquable également de constater que l'augmentation de musculature des types génétiques s'accompagne d'une diminution des degrés de préparation mammaire (n° 4) et d'instinct maternel (n° 10) dans les heures qui suivent la mise-bas. La vigueur du veau après la naissance (n° 11) subit aussi une réduction. Enfin, le poids des enveloppes annexielles exprimé en pour mille du poids du veau à la naissance, semble maximum en race Aubrac, minimum en race Blonde d'Aquitaine et intermédiaire avec la race Charolaise.

.../..

La sélection en faveur de la musculature, dans le cas du charolais notamment, paraît donc associée à une déviation du comportement de la femelle avant, pendant et après la mise-bas - déviation dont les effets sont particulièrement défavorables sur le franchissement du canal pelvien par le foetus et sur l'instinct maternel proprement dit.

2.3. CONDITIONS DE VELAGE ET DESEQUILIBRE MORPHOLOGIQUE FOETO-MATERNEL.

Après avoir estimé les paramètres statistiques des diverses variables étudiées, nous analyserons la liaison globale existant entre ces mesures et l'aptitude au vêlage. Dans une dernière partie nous étudierons la variabilité génétique de ces mesures en croisement et nous essaierons d'expliquer les variations d'aptitude au vêlage observées entre les types génétiques mis en comparaison dans les divers échantillons.

2.3.1. Caractéristiques morphologiques des échantillons.

Les valeurs moyennes et écarts-type des poids et mensurations réalisés sur les mères et les veaux avant et ou après la mise-bas, ont été rassemblés sur le tableau 89. Malgré la différence d'âge existant entre les 2 chantillons de mères (vêlage à 24 mois pour le 1er, à 27 mois pour le second), les mesures de format des mères (poids et hauteur au garrot) sont en moyenne comparables, celles relatives aux veaux étant même légèrement supérieures dans le cas du 1er échantillon (Aubrac). En ce qui concerne la variabilité des critères morphologiques, elle est supérieure pour les femelles du 2ème échantillon (Gascon) qui appartenaient à une gamme de types génétiques plus variée. Inversement pour les veaux de ce même échantillon, la variabilité des critères morphologiques apparaît plus réduite.

2.3.2. Liaisons globales entre les conditions de vêlage et les critères morphologiques.

Nous analyserons d'abord les liaisons linéaires existant entre difficultés de vêlage d'une part, critères morphologiques relatifs soit à la mère, soit au veau, soit à l'ensemble des 2 d'autre part. Dans une deuxième partie, on essaiera de déterminer la forme de ces liaisons.

.../..

TABLEAU 89

VALEURS MOYENNES ET ECARTS-TYPE DES CRITERES MORPHOLOGIQUES
MESURES SUR LES MERES ET LES VEAUX (en kg, cm ou cm^2)

	MESURE CONSIDEREE *		ECHANTILLON N° 1 (AUBRAC) N = 47 vêlages		ECHANTILLON N° 2 (GASCON) N = 83 vêlages	
			MOYENNE	ECART-TYPE	MOYENNE	ECART-TYPE
MERE	MESURES DE FORMAT	PV_2	452,5	42,8	452,7	55,5
		PV_3	480,5	45,2	490,7	59,2
		TP_2	173,6	5,7	178,7	7,9
		LP_2	36,2	1,8	38,9	3,2
		HG_2	122,0	3,3	121,3	4,8
	MESURES EXTERNES DU BASSIN	LH_2	47,6	2,4	47,2	2,6
		LB_2	50,3	2,1	48,5	3,0
		$LTro_2$	44,9	2,2	46,2	2,7
		LPf_2	11,8	0,9	13,5	1,5
	MESURES INTERNES DU BASSIN	HSP_2	17,5	0,7	17,8	1,3
		$LBIM_2$	15,3	0,7	14,9	1,2
		OP_2	269,8	20,5	265,9	38,9
		$CIRC_2$	51,7	1,9	51,3	3,7
VEAU		P_0	39,3	5,7	37,3	5,1
	MESURES CIRCULAIRES	TT_0	64,8	5,4	64,0	3,6
		TE_0	77,2	7,2	76,6	4,4
		TP_0			72,0	3,8
		TH_0	61,4	5,5	62,4	4,4
		$TTro_0$	79,7	5,7	79,6	4,8
		TPA_0	18,7	1,4	17,3	1,5
		TC_0	12,9	1,0	11,7	0,9
		TG_0	21,6	1,3	20,7	1,4
	MESURES LINEAIRES	HT_0			21,1	1,6
		LE_0			17,9	1,9
		PP_0			25,2	1,8
		$LTro_0$			19,2	1,4
		$HTro_0$			25,0	1,9
		LON_0			78,8	0,5

* les indices des sigles des variables indiquent l'âge ou le stade auxquels ont été faites les mesures : 0 = à la naissance, 2 = avant vêlage (échantillon n° 1);après vêlage (échantillon n° 2), 3 = le jour du vêlage.

2.3.2.1. Liaisons linéaires.

2.3.2.1.1. Liaisons simples.

Nous avons d'abord calculé les coefficients de corrélation entre la note de difficultés de vêlage et chaque critère morphologique de la mère ou du veau, pris séparément (Tableau 90). La taille de ce dernier semble avoir une action prépondérante sur les conditions de vêlage (r = + 0,65 et + 0,43, entre le poids du veau et la note de difficultés de vêlage pour chaque échantillon); les dimensions internes du bassin maternel présentent quant à elles des coefficients de corrélation en général non significatifs avec la note de difficultés de vêlage (r = - 0,10 et - 0,17, respectivement, pour les échantillons n°s 1 et 2). En dehors du poids du veau qui constitue isolément le critère le plus lié à la note de difficultés de vêlage, ce sont les dimensions circulaires au niveau des ceintures : tour au niveau des trochanters, ou des épaules qui présentent les coefficients de corrélation les plus élevés . Dans le cas du 2ème échantillon où nous avions adjoint à chaque mesure circulaire prise aux épaules et aux trochanters des mensurations linéaires caractérisant la hauteur et la largeur, seules les mesures de largeur sont significativement liées à la note de difficultés de vêlage. Toutefois les corrélations obtenues sont peu différentes pour chaque membre au niveau des trochanters notamment, de celles que fournissent les mesures circulaires. Chez les mères, c'est la hauteur sacro-pubienne dans le cas du 1er échantillon, la largeur bis-iliaque médiane pour le second qui sont le plus liées à la note de difficultés de vêlage.

2.3.2.1.2. Liaisons à plusieurs variables.

Dans un deuxième temps, nous avons recherché si l'adjonction d'une 2ème variable à l'une de celles que nous avons signalées ci-dessus pour le veau ou pour les mères, permettait d'accroître sensiblement la liaison entre ces variables prises séparément et la note de difficultés de vêlage. Nous avons calculé, dans ce but, les coefficients de corrélation partielle entre cette note et les différentes mesures de la mère ou du veau, l'une ou l'autre des mesures ci-dessus étant maintenue constante (Tableaux, 91, 92, 93, 94). L'examen de ces résultats nous a conduit à étudier les relations entre la note de conditions de vêlage et

.../..

TABLEAU 90

COEFFICIENTS DE CORRELATION PHENOTYPIQUE ENTRE LES CONDITIONS DE VELAGE ET LES CRITERES MORPHOLOGIQUES MESURES SUR LES MERES ET LES VEAUX.

	MESURE CONSIDEREE		ECHANTILLON N° 1 (AUBRAC) N = 47 vêlages	ECHANTILLON N° 2 (GASCON) N = 83 vêlages
MERE	MESURES DE FORMAT	PV_2	+ 0,01	+ 0,07
		PV_3	- 0,06	+ 0,03
		TP_2	+ 0,05	+ 0,04
	MESURES EXTERNES DU BASSIN	LH_2	- 0,11	+ 0,02
		LB_2	- 0,003	- 0,06
		$LTro_2$	+ 0,17	+ 0,21*
		LPf_2	+ 0,14	+ 0,02
	MESURES INTERNES DU BASSIN	HSP_2	- 0,23	- 0,07
		$LBIM_2$	+ 0,04	- 0,23*
		OP_2	- 0,10	- 0,17
		$CIRC_2$	- 0,12	- 0,16
VEAU		P_0	+ 0,65*	+ 0,43*
	MESURES CIRCULAIRES	TT_0	+ 0,45*	+ 0,35*
		TE_0	+ 0,52*	+ 0,23*
		TP_0		+ 0,30*
		TH_0	+ 0,37*	+ 0,20
		$TTro_0$	+ 0,55*	+ 0,44*
		TPA_0	+ 0,44*	+ 0,40*
		TC_0	+ 0,45*	+ 0,44*
		TG_0	+ 0,44*	+ 0,49*
	MESURES LINEAIRES	HT_0		+ 0,25*
		LE_0		+ 0,44*
		PP_0		+ 0,17
		$LTro_0$		+ 0,44*
		$HTro_0$		+ 0,13
		LON_0		+ 0,06

* valeur significativement différente de 0 au seuil de P= 0,05

TABLEAU 91

COEFFICIENTS DE CORRELATION PHENOTYPIQUE ENTRE LES NOTES DE CONDITIONS DE VELAGE ET LES CRITERES MORPHOLOGIQUES DES VEAUX (échantillon n° 1-AUBRAC)
N = 47 vêlages

CRITERES MORPHOLOGIQUES DU VEAU		I	II				
			VEAU			MERE	
			P_0	TE_0	$TTro_0$	PV_2	OP_2
	P_0	+ 0,65*		+ 0,48*	+ 0,42*	+ 0,65*	+ 0,70*
MESURES CIRCULAIRES	TT_0	+ 0,45*	+ 0,01	+ 0,33*	+ 0,24	+ 0,47*	+ 0,45*
	TE_0	+ 0,52*	+ 0,17		+ 0,49*	+ 0,54*	+ 0,54*
	TH_0	+ 0,37*	- 0,16	+ 0,13	+ 0,12	+ 0,42*	+ 0,45*
	$TTro_0$	+ 0,55*	+ 0,06	+ 0,49*		+ 0,56*	+ 0,58*
	TPA_0	+ 0,44*	+ 0,31*	+ 0,28*	+ 0,48*	+ 0,44*	+ 0,44*
	TC_0	+ 0,45*	+ 0,26	+ 0,37*	+ 0,38*	+ 0,45*	+ 0,44*

I Coefficients de corrélation simple.

II Coefficients de corrélation partielle; un critère morphologique du veau ou de la mère(indiqué à la partie supérieure du tableau) étant constant.

* Valeur significativement différente de 0 au seuil de P = 0,05

TABLEAU 92

COEFFICIENTS DE CORRELATION PHENOTYPIQUE ENTRE LES NOTES DE CONDITIONS DE VELAGE ET LES CRITERES MORPHOLOGIQUES DES VEAUX (échantillon n° 2-GASCON)
N= 83 vêlages

CRITERES MORPHOLOGIQUES DU VEAU		I	II					
			VEAU				MERE	
			P_0	TE_0	$TTro_0$	LON_0	PV_2	CP_2
	P_0	+ 0,43*		+ 0,39*	+ 0,20	+ 0,49*	+ 0,44*	+ 0,45*
MESURES CIRCULAIRES	TT_0	+ 0,35*	+ 0,16	+ 0,30*	+ 0,08	+ 0,36*	+ 0,34*	+ 0,36*
	TE_0	+ 0,23*	- 0,10		- 0,01	+ 0,23*	+ 0,22*	+ 0,26*
	TP_0	+ 0,30*	- 0,001	+ 0,21*	+ 0,02	+ 0,34*	+ 0,29*	+ 0,32*
	TH_0	+ 0,20	- 0,01	+ 0,12	+ 0,002	+ 0,19	+ 0,19	+ 0,24*
	$TTro_0$	+ 0,44*	+ 0,21	+ 0,39*		+ 0,48*	+ 0,44*	+ 0,48*
	TPA_0	+ 0,40*	+ 0,25*	+ 0,39*	+ 0,27*	+ 0,40*	+ 0,40*	+ 0,39*
	TC_0	+ 0,44*	+ 0,27*	+ 0,39*	+ 0,27*	+ 0,46*	+ 0,44*	+ 0,47*
	TG_0	+ 0,49*	+ 0,31*	+ 0,45*	+ 0,36*	+ 0,56*	+ 0,50*	+ 0,52*
MESURES LINEAIRES	HT_0	+ 0,25*	- 0,01	+ 0,21*	+ 0,02	+ 0,25*	+ 0,23*	+ 0,32*
	LE_0	+ 0,44*	+ 0,21*	+ 0,39*	+ 0,18	+ 0,48*	+ 0,43*	+ 0,46*
	PP_0	+ 0,17	+ 0,09	+ 0,23*	+ 0,12	+ 0,16	+ 0,26*	+ 0,28*
	$LTro_0$	+ 0,44*	+ 0,25*	+ 0,39*	+ 0,21*	+ 0,46*	+ 0,43*	+ 0,51*
	$HTro_0$	+ 0,13	- 0,12	+ 0,04	- 0,16	+ 0,12	+ 0,13	+ 0,15
	LON_0	+ 0,06	- 0,26*	- 0,04	- 0,23*		+ 0,04	+ 0,09

I Coefficients de corrélation simple.

II Coefficients de corrélation partielle ; un critère morphologique du veau ou de la mère (indiqué à la partie supérieure du tableau) étant constant.

* Valeur significativement différente de 0 au seuil de P = 0,05

TABLEAU 93

COEFFICIENTS DE CORRELATION PHENOTYPIQUE ENTRE LES NOTES DE CONDITIONS DE VELAGE ET LES MESURES DU BASSIN (échantillon n° 1 - AUBRAC)
N = 47 vêlages

MESURES DU BASSIN		I	II				
			VEAU			MERE	
			P_0	TE_0	$TTro_0$	PV_2	OP_2
EXTERNES	LH_2	- 0,11	- 0,30*	- 0,21	- 0,17	- 0,09	- 0,07
	LB_2	- 0,003	- 0,22	- 0,14	- 0,07	0	0
	$LTro_2$	+ 0,17	- 0,02	+ 0,11	+ 0,06	+ 0,32*	+ 0,23
INTERNES	$LBIM_2$	+ 0,04	- 0,23	- 0,08	- 0,07	+ 0,08	
	HSP_2	- 0,23	- 0,44*	- 0,26	- 0,40*	- 0,24	
	OP_2	- 0,10	- 0,41*	- 0,20	- 0,24	- 0,08	

I Coefficients de corrélation simple.

II Coefficients de corrélation partielle ; un critère morphologique du veau ou de la mère (indiqué à la partie supérieure du tableau) étant constant.

* Valeur significativement différente de 0 au seuil de P = 0,05.

TABLEAU 94

COEFFICIENTS DE CORRELATION PHENOTYPIQUE ENTRE LES NOTES DE CONDITIONS DE VELAGE ET LES MESURES DU BASSIN (échantillon n° 2 GASCON)
N = 83 vêlages

MESURES DU BASSIN		I	II				
			VEAU			MERE	
			P_0	TE_0	$TTro_0$	PV_2	OP_2
EXTERNES	LH_2	+ 0,02	+ 0,13	- 0,01	+ 0,13	- 0,05	- 0,04
	LB_2	- 0,06	- 0,14	- 0,09	- 0,13	- 0,10	- 0,05
	$LTro_2$	+ 0,21*	+ 0,11	+ 0,20	+ 0,12	+ 0,22*	+ 0,25*
	LPf_2	+ 0,02	- 0,09	- 0,01	- 0,02	- 0,02	- 0,04
INTERNES	$LBIM_2$	- 0,23*	- 0,13	- 0,09	- 0,14	- 0,24*	
	HSP_2	- 0,07	- 0,28*	- 0,27*	- 0,30*	- 0,24*	
	OP_2	- 0,17	- 0,23*	- 0,20	- 0,25*	- 0,19	

I Coefficients de corrélation simple.

II Coefficients de corrélation partielle ; un critère morphologique du veau ou de la mère (indiqué à la partie supérieure du tableau) étant constant.

* Valeur significativement différente de 0 au seuil de P = 0,05

des combinaisons particulières de mesures prises chez la mère (X_m) et chez le veau (X_v). Nous avons envisagé des équations de prédiction de plusieurs types :

- équations linéaires à 2 variables concernant la mère, ou le veau ou les deux simultanément :

$$a.X_m + b.X_v + c \; ; \text{ (Tableau 95)}$$

- équations de régression simple faisant intervenir une différence ou un rapport entre une dimension ou une combinaison de dimenions du veau et de la mère :

$$a'.(X_v - X_m) + c' \quad \text{ou} \quad a''\frac{X_v}{X_m} + c'' \quad \text{(Tableau 96)}$$

Il ne semblait pas utile, en effet, compte tenu des valeurs des coefficients de corrélation simple ou partielle et de l'effectif réduit de notre échantillon, d'envisager des équations de prédiction plus perfectionnées (régressions multiples à plus de 2 variables par exemple).

En ce qui concerne les dimensions du veau, à poids de naissance constant (Tableaux 91 et 92), les mesures circulaires des os restent en corrélation positive avec la note de conditions de vêlage dans le cas des 2 échantillons considérés. Elles permettent d'accroître de 4 à 7 % le pourcentage de variance de la note de difficultés de vêlage lié au poids du veau (Tableau 95). Il en est de même pour les mesures circulaires et linéaires prises au niveau des ceintures pelvienne en particulier dans le cas de l'échantillon "Gascon" comportant également des femelles de races à viande. Par contre, le 2ème échantillon montre une corrélation négative de la longueur du veau avec les conditions de vêlage, toujours à poids de naissance constant. Si nous considérons, par ailleurs, la variation résiduelle des conditions de vêlage - le tour aux épaules ou aux trochanters étant maintenu constant -, il subsiste une variation de ces conditions liée aux dimensions de la tête, des os et à l'importance relative des ceinture scapulaire d'une part, pelvienne d'autre part.

Si l'on considère séparément les dimensions des mères, à poids vif ou à ouverture pelvienne constant , (Tableaux 93 et 94), il subsiste une liaison positive entre la note de difficultés de vêlage et la largeur aux trochanters mais non avec les mesures externes caractéristiques des dimensions du coxal (largeur aux

../.

TABLEAU 95

PRECISION D'ESTIMATION DE LA NOTE DE DIFFICULTES DE VELAGE A PARTIR D'EQUATIONS DE REGRESSION MULTIPLE A 2 VARIABLES RELATIVES AUX CRITERES MORPHOLOGIQUES DES MERES ET DES VEAUX.

VARIABLES PREDICTRICES										ECHANTILLON N° 1 (AUBRAC) N=47 vêlages		ECHANTILLON N° 2 (GASCON) N=83 vêlages	
	VEAU				MERE								
	P_0	TPA_0	TE_0	$TTro_0$	PV_2	OP_2	LH_2	LB_2	$LTro_2$	HSP_2	$LBIM_2$	R	R^2(%)	R	R^2(%)
MERE					X	X						0,16	2,56	0,19	3,61
							X	X	X			0,27	7,29	0,26*	6,76
								X	X			0,24	5,76	0,18	3,24
										X	X	0,27	7,29	0,26*	6,76
						X			X			0,25	6,25	0,30*	9,00
VEAU	X	X										0,70*	49,00	0,48*	23,04
	X		X									0,66*	43,65	0,44*	19,36
	X			X								0,65*	42,25	0,47*	22,09
		X	X									0,62*	38,44	0,44*	19,36
MERE+VEAU	X					X						0,73*	53,29	0,48*	23,04
	X									X		0,74*	54,76	0,44*	19,36
	X										X	0,68*	46,56	0,50*	25,00
	X								X			0,66*	43,56	0,44*	19,36
	X						X					0,70*	49,00	0,45*	20,25
	X				X							0,70*	49,00	0,44*	19,36

* valeur significativement différente au seuil de P = 0,05

TABLEAU 96

LIAISON ENTRE VARIABLES COMPOSEES (CRITERES MORPHOLOGIQUES FOETO-MATERNELS) ET LA NOTE DE CONDITIONSDE VELAGE.

VARIABLES COMPOSEES			N° DE L'ECHANTILLON +	r (simple)
DIFFERENCES	MESURES LINEAIRES	$(LBIM_2 - LE_0)$	2	- 0,49*
		$(LBIM_2 - LTro_0)$	2	- 0,52*
		$(HSP_2 - PP_0)$	2	- 0,17
		$(HSP_2 - HTro_0)$	2	- 0,15
	MESURES CIRCULAIRES	$\pi.\frac{(HSP_2 + LBIM_2)}{2} - TE_0$	2	- 0,31*
		$\pi.\frac{(HSP_2 + LBIM_2)}{2} - TTro_0$	2	- 0,44*
	SURFACES	$(HSP_2 \times LBIM_2) - (PP_0 \times LE_0)$	2	- 0,42*
		$(HSP_2 \times LBIM_2) - (LTro_0 \times HTro_0)$	2	- 0,31*
RAPPORTS	DE POIDS	(P_0 / PV_2)	1 2	+ 0,67* + 0,41*

* Valeur significativement différente de 0 au seuil de P = 0,05

\+ Effectis : 47 vêlages (échantillon n° 1-AUBRAC)
: 83 vêlages (échantillon n° 2-GASCON)

hanches, longueur du bassin) qui sont les plus liées à l'ouverture pelvienne. L'adjonction de la largeur aux trochanters à l'ouverture pelvienne dans une équation de régression à 2 variables (Tableau 95) n'améliore que de 5 à 6 %, le pourcentage de variance de la note de conditions de vêlage contrôlé par la 2ème mesure. Il apparaît, par contre,(Tableau 95) qu'une aussi bonne prédiction peut être obtenue avec une équation de régression linéaire à 2 variables :

- soit en considérant séparément les 2 composantes de l'ouverture pelvienne (hauteur et largeur du détroit pelvien antérieur)

- soit à partir de la largeur aux trochanters et de la largeur aux hanches.

Ce dernier résultat est heureux étant donné la simplicité de réalisation de ces mesures mais surprenant au premier abord si l'on considère les faibles coefficients de corrélation entre l'ouverture pelvienne et les mesures externes caractérisant les dimensions du coxal : + 0,36 et + 0,11 pour la largeur aux hanches + 0,35 et + 0,04 pour la longueur du bassin respectivement dans le cas des échantillons n°s 1 et 2.

Dans le cas où nous envisageons simultanément une mesure caractérisant la dimension du bassin de la mère et une mesure de développement du veau, nous observons les résultats suivants :

- à poids ou dimension circulaire du veau constant, les variations de l'ouverture pelvienne, en particulier de la hauteur sacro-pubienne, expriment de 6 à 15 %, suivant les échantillons,de la variance de la note de conditions de vêlage (Tableaux 93 et 94).

- inversement (Tableaux 91 et 92), à ouverture pelvienne constante, les coefficients de corrélation partielle entre cette note et les dimensions du veau sont sensiblement augmentés, le classement des dimensions suivant leur valeur prédictrice restant inchangé. D'une façon globale, les 2 mesures (poids à la naissance et ouverture pelvienne), considérées isolément, expriment au mieux les influences respectives de la mère et du veau sur les conditions de vêlage,déterminant 53 % et 23 % de la variance de la note des conditions de vêlage respectivement pour les échantillons n°s 1 et 2 (Tableau 95). Les pourcentages de variance correspondant à une équation linéaire faisant intervenir le poids du veau et le poids

.../..

de la mère (selon MONTEIRO, 1969), sont eux de 49 et 19 %. Le rapport simple de ces 2 poids explique par ailleurs 45 % et 17 % de la variance de la note de conditions de vêlage (Tableau 96). Il apparaît à l'examen des chiffres de ce tableau relatifs au 2ème échantillon et des résultats précédents que la prise en considération de mesures linéaires et non de mesures circulaires pourrait améliorer la prédiction de l'aptitude au vêlage. En fait, si les incompatibilités morphologiques foeto-maternelles concernent de toute évidence les dimensions transversales dans le cas de cet échantillon, il semblerait que ce soit au contraire les dimensions verticales qui soient concernées pour les difficultés qui apparaissent avec l'échantillon n° 1 (Tableau 90).

2.3.2.2. Forme des liaisons.

Bien que toutes les études effectuées jusqu'ici sur les liaisons entre l'aptitude au vêlage et les dimensions corporelles aient utilisé comme précédemment la régression linéaire, il est apparu utile d'étudier la forme de la liaison entre la note de conditions de vêlage et les mesures considérées. Nous pouvons en effet penser que les difficultés qui se manifestent à la parturition interviennent lorsque ces mesures (qu'elles concernent le veau ou la mère) dépassent dans le premier cas et n'atteignent pas dans le second cas, un certain seuil ou une succession de seuils.

Ceci nous a donc conduit à tester pour chaque échantillon la linéarité des régressions du poids à la naissance et de l'ouverture pelvienne sur la note de conditions de vêlage (selon SNEDECOR et COCHRAN, 1968). Les résultats obtenus sont rassemblés sur le tableau 97. L'hypothèse de linéarité peut-être admise pour le poids à la naissance, mais non dans le cas de l'ouverture pelvienne pour laquelle la variance des déviations par rapport à la linéarité est supérieure à celle correspondant à la régression linéaire. En fait la variance des déviations n'est significative que dans le cas de l'échantillon n° 2 ; le faible effectif de nos échantillons peut expliquer vraisemblablement ce résultat.

Dans une deuxième partie, nous avons étudié graphiquement (figures 22 et 23) les variations du pourcentage de vêlages difficiles (types 3 + 4) dans le plan défini par le poids à la naissance et l'ouverture pelvienne. L'examen de ces figures engendre les remarques suivantes :

.../..

TABLEAU 97

TEST DE LINEARITE DES LIAISONS DU POIDS A LA NAISSANCE ET DE L'OUVERTURE PELVIENNE AVEC LA NOTE DE DIFFICULTESDE VELAGE

CRITERE	ECHANTILLON	SOURCES DE VARIATIONS					
		REGRESSION LINEAIRE		DEFAUT D'AJUSTEMENT LINEAIRE		RESIDUELLE	
		F (1)	D.L.(2)	F (1)	d.l.(2)	rés.(3)	d.l.(2)
POIDS DU VEAU A LA NAISSANCE (P_0)	n° 1 - AUBRAC	33,51*	1	0,70	2	4,37	43
	n° 2 - GASCON	15,28*	1	2,19	2	4,54	82
OUVERTURE PELVIENNE DE LA MERE (OP_2)	n° 1 - AUBRAC	0,53	1	2,92	2	19,77	43
	N° 2 - GASCON	1,32	1	4,76*	2	38,26	64

1 : significatif au seuil de P = 0,05 (*)

2 : nombre de degrés de liberté.

3 : écart-type résiduel (kg ou cm).

FIGURE 22

POURCENTAGE DE VELAGES DIFFICILES (notes 3 et 4), PAR CLASSE DE POIDS DE NAISSANCE (kg) DU VEAU ET D'OUVERTURE PELVIENNE (cm^2) DE LA MERE (Echantillon n° 1 - AUBRAC) (N = 47 vêlages)

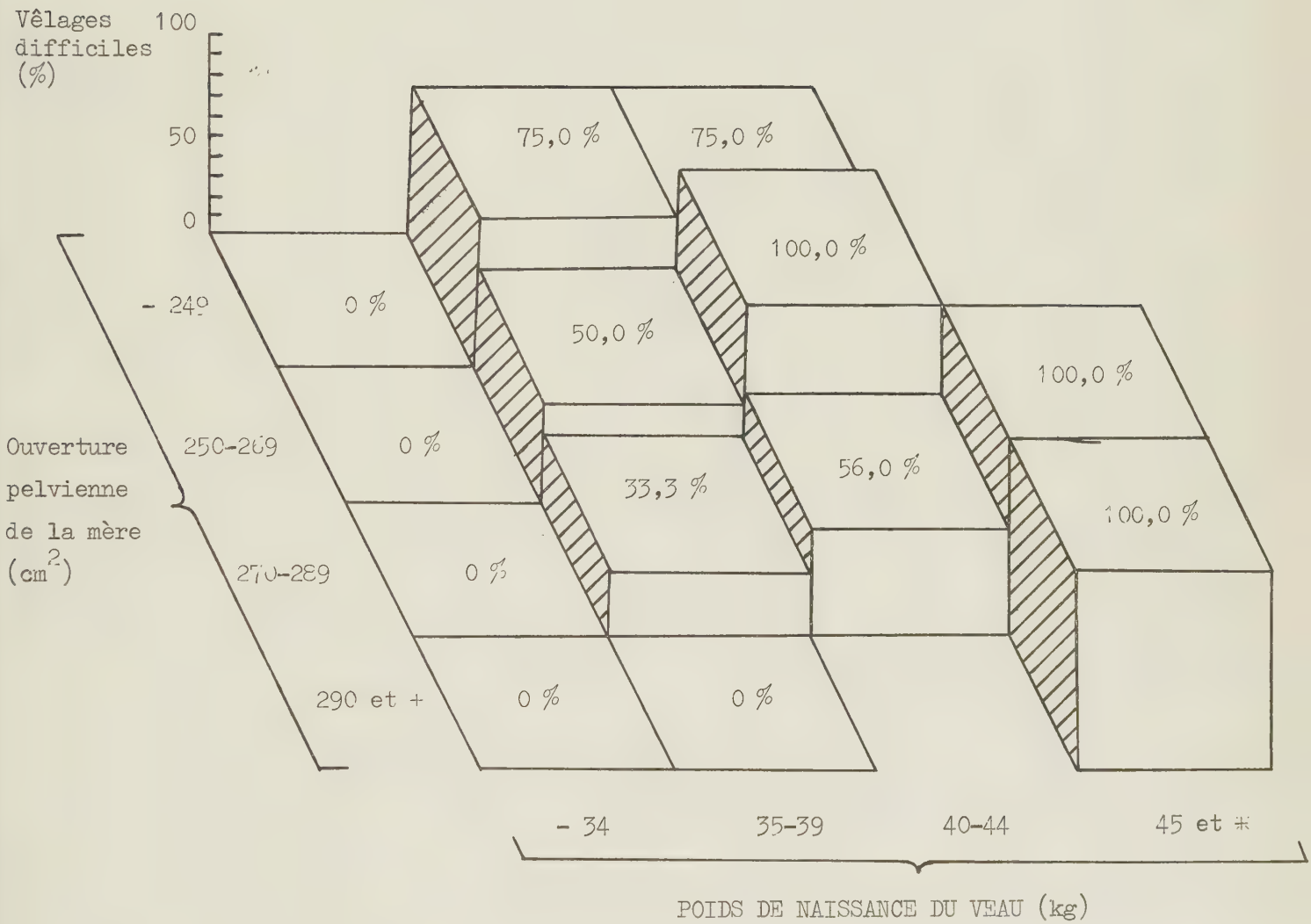
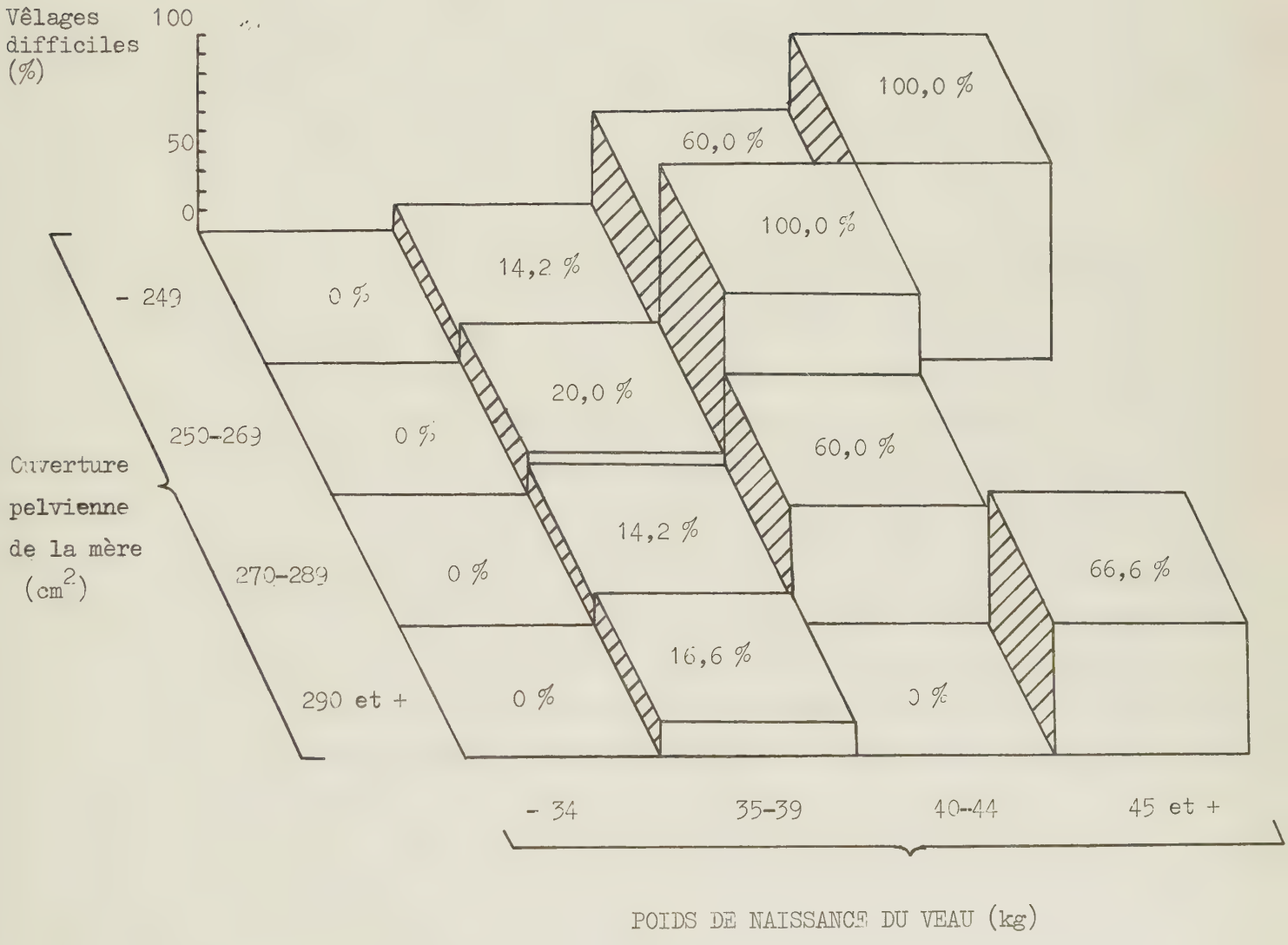


FIGURE 23

POURCENTAGE DE VELAGES DIFFICILES (notes 3 et 4) PAR CLASSE DE POIDS DE NAISSANCE (kg) DU VEAU ET D'OUVERTURE PELVIENNE (cm^2) DE LA MERE (Echantillon n° 2 - GASCON) (N = 83 vêlages)



- en deçà d'un poids de naissance de 35 kg, il n'y a pas de vêlages difficiles quelle que soit la valeur de l'ouverture pelvienne des mères.

- au delà d'un poids de 45 kg tous les vêlages sont difficiles quelle que soit, également, la valeur de cette ouverture pelvienne.

- entre ces deux seuils de 35 et 45 kg (35 et 40 kg pour l'échantillon n° 1, 40 et 45 kg pour l'échantillon n° 2), la fréquence de vêlages difficiles semble, par contre, liée à l'importance de l'ouverture pelvienne des femelles.

Il semble, ainsi, que le mode d'action des 2 composantes morphologiques de l'aptitude au vêlage (poids du veau et ouverture pelvienne de la mère) soit assez complexe et fasse intervenir simultanément des effets de seuil et des effets cumulatifs. Devant cette difficulté et en raison de l'effectif limité d'observations disponibles, nous n'avons pas développé l'analyse statistique plus avant dans cette voie.

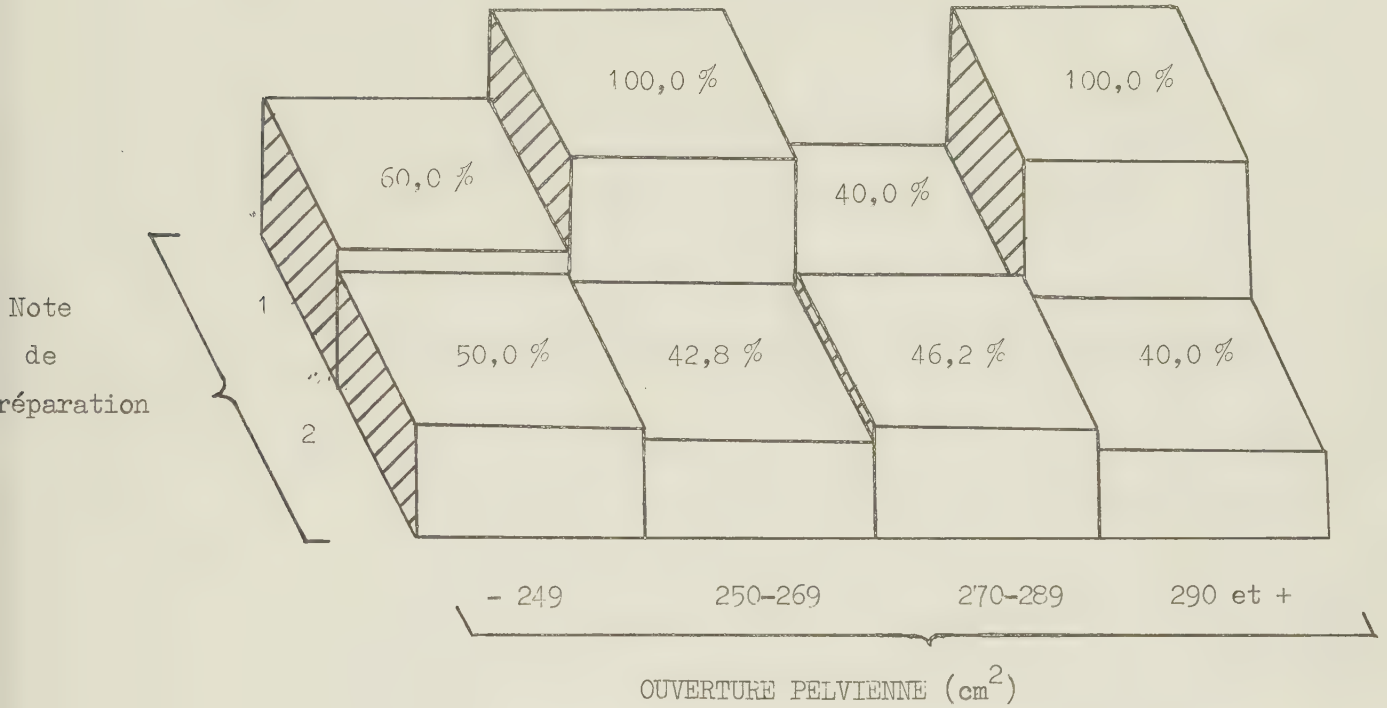
Nous avons enfin, suivant le même principe, représenté graphiquement (figures 24 et 25) les variations du pourcentage de vêlages difficiles (types 3 + 4) dans les 2 plans correspondant d'une part à l'ouverture pelvienne et à une note de préparation au vêlage, d'autre part à cette note et au poids à la naissance des veaux. Nous avons retenu comme critère de jugement de la préparation au vêlage le relâchement des ligaments qui paraissait le critère le plus important (voir plus haut) et qui présentait l'avantage d'être apprécié tout à fait indépendamment des conditions de vêlage. Nous remarquerons d'abord l'effet prépondérant de la préparation au vêlage par rapport à celui de l'ouverture pelvienne ; effet qui semble inexistant pour une note de préparation au vêlage donnée (partie supérieure des figures 24 et 25). Quant aux effets du poids et de la préparation au vêlage, ils ne semblent pas indépendants entre eux et, comme ci-dessus, pour le poids et l'ouverture pelvienne, ne paraissent pas se cumuler de façon simple.

.../..

FIGURE 24

POURCENTAGES DE VELAGES DIFFICILES SUIVANT UNE NOTE DE PREPARATION AU VELAGE (degré de relâchement des ligaments sacro-sciatiques), PAR CLASSE DE POIDS A LA NAISSANCE (kg) DU VEAU ET D'OUVERTURE PELVIENNE (cm^2) DE LA MERE

(Echantillon n° 1 - AUBRAC) (N = 47 vêlages)



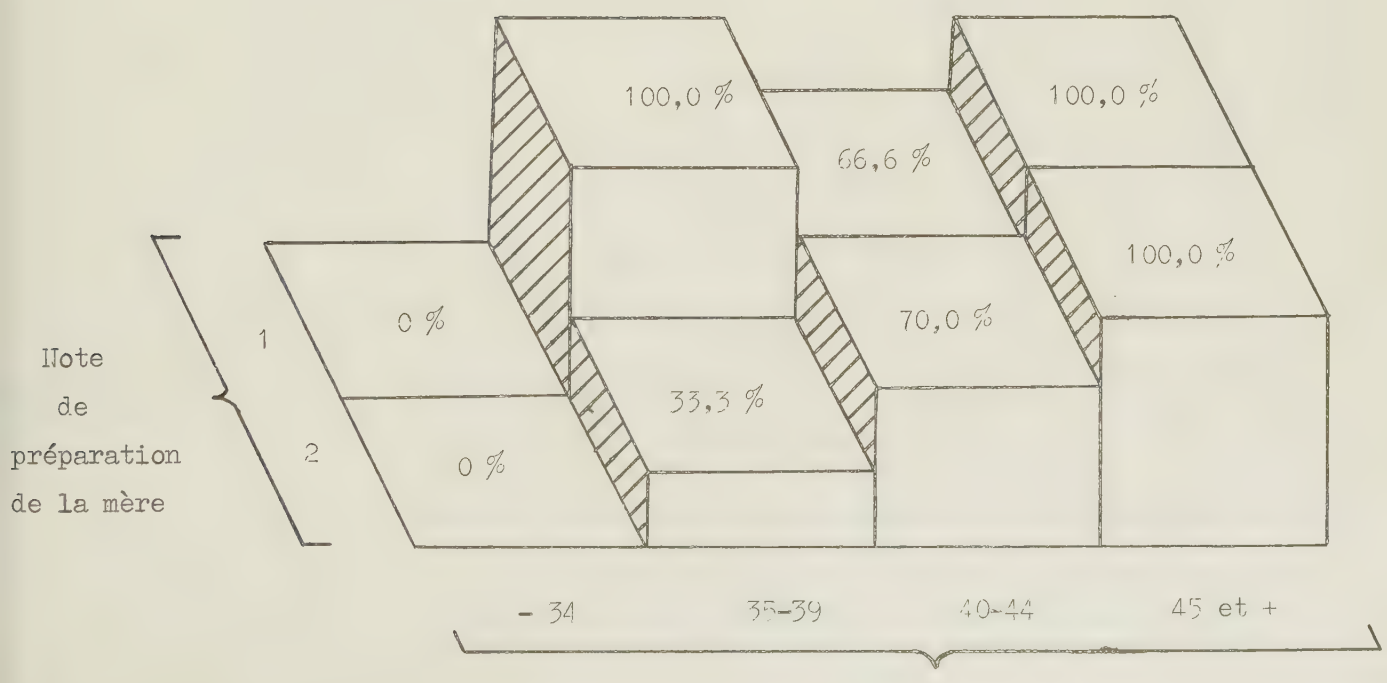
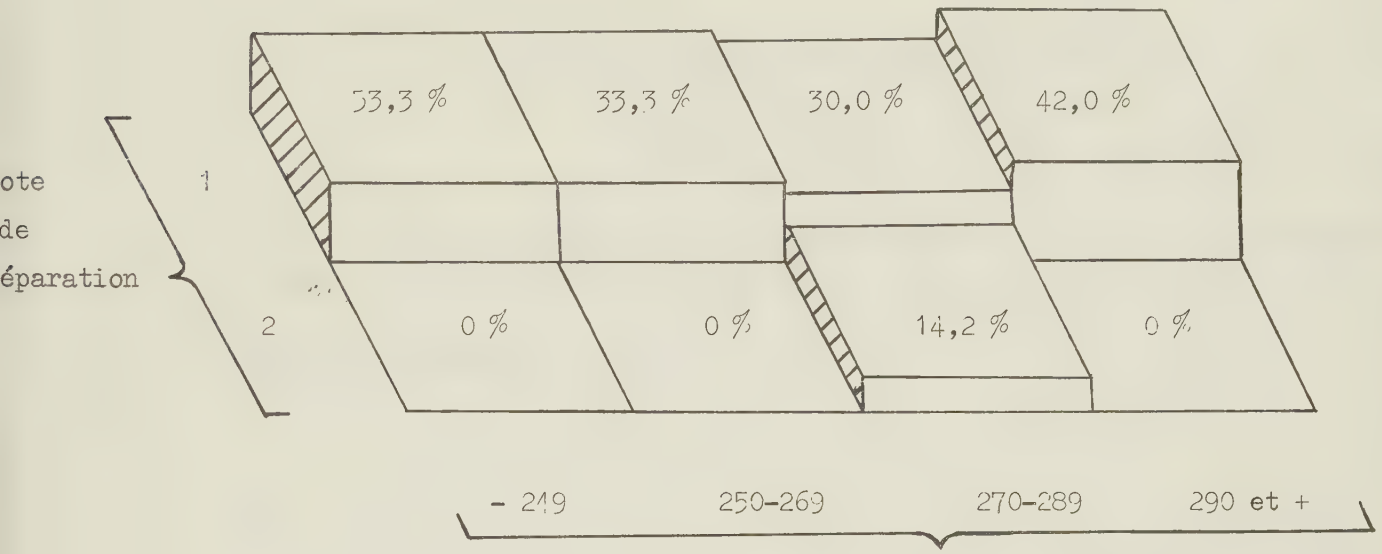
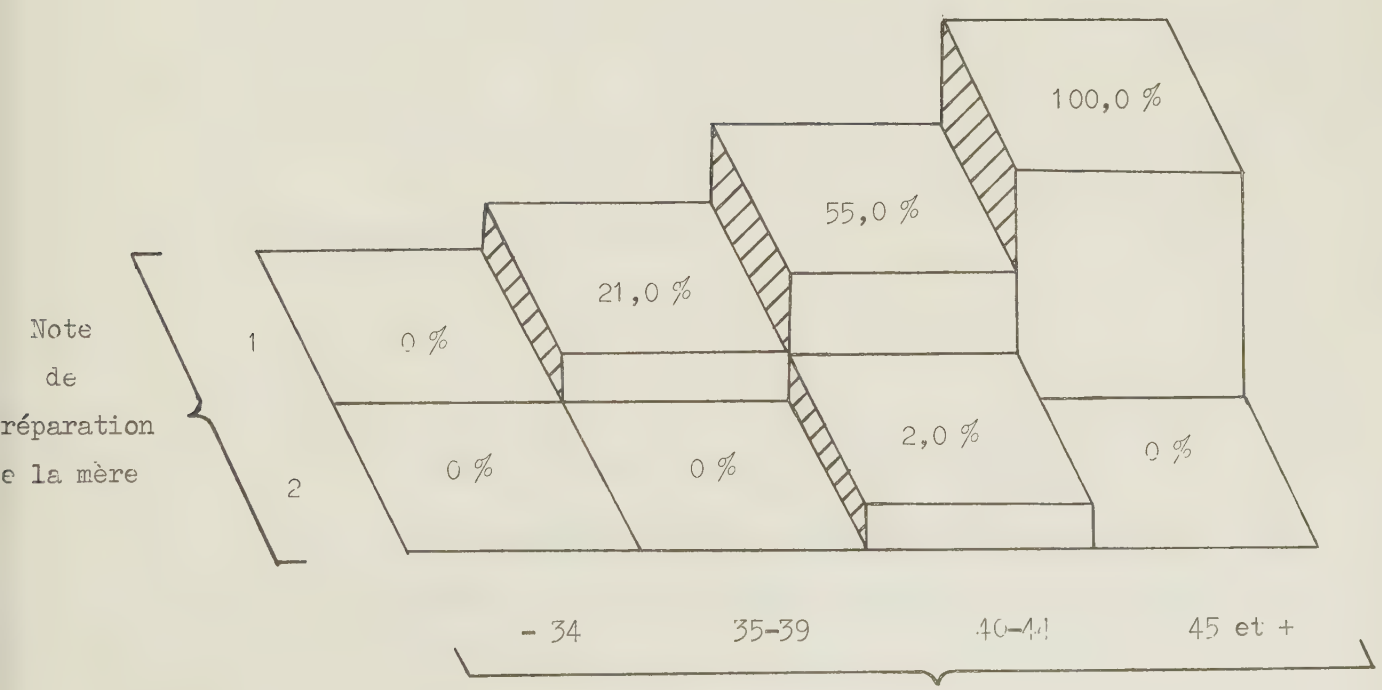


FIGURE 25

POURCENTAGES DE VELAGES DIFFICILES SUIVANT UNE NOTE DE PREPARATION AU VELAGE (degré de relâchement des ligaments sacro-sciatiques), PAR CLASSE DE POIDS A LA NAISSANCE (kg) DU VEAU ET D'OUVERTURE PELVIENNE (cm^2) DE LA MERE (Echantillon n° 2 - GASCON) (N= 83 vêlages)





2.3.3. Variations génétiques des critères morphologiques.

Nous envisagerons dans un premier stade l'étude globale des différences entre types génétiques puis nous analyserons et interpréterons ces résultats en essayant de préciser le mode d'expression des gènes (effets additifs ou non additifs) au niveau de la morphologie de la mère ou du veau dans le cas des races considérées.

2.3.3.1. Estimation des différences génétiques.

2.3.3.1.1. Méthode d'analyse.

Nous avons effectué une analyse de variance des critères morphologiques suivant les modèles suivants (effet fixe) communs aux deux échantillons :

- critères mesurés sur les mères :

$$y_{il} = \mu + g_i + \varepsilon_{il}$$

avec :

y_{il} = observation relative à la $l^{ème}$ mère du $i^{ème}$ type génétique maternel pour la variable y.

μ = effet commun à toutes les femelles de l'échantillon.

g_i = effet du $i^{ème}$ type génétique de femelle considéré sur la variable y. ($i = 1, 2, 3$: échantillon n° 1) ($i = 1, 2, \ldots, 5$: échantillon n° 2).

ε_{il} = variable aléatoire $\left[N(0, \gamma)\right]$ représentant l'effet propre de la $l^{ème}$ femelle du $i^{ème}$ type génétique sur la variable y.

- critères mesurés sur les veaux :

$$y_{ijkl} = \mu + g_i + g'_j + s_k + \varepsilon_{ijkl}$$

avec :

y_{ijkl} = observation relative au $l^{ème}$ veau, de sexe k, issu du $i^{ème}$ type génétique maternel et de $j^{ème}$ race paternelle.

μ = effet commun à tous les veaux de l'échantillon.

g_i = effet du $i^{ème}$ type génétique maternel sur la variable y ($i = 1, 2, 3$ échantillon n° 1) ($i = 1, 2 \ldots\ldots, 5$ échantillon n° 2).

.../..

g'_j = effet de la $j^{ème}$ race paternelle sur la variable y (j = 1, 2 échantillons n°s 1 et 2).

s_k = effet du $k^{ème}$ sexe sur la variable y (k = 1, 2).

ε_{ijkl} = variable aléatoire $[N(0,\gamma)]$ représentant l'effet propre au $l^{ème}$ veau de sexe k, issu d'une femelle du $i^{ème}$ type génétique maternel et des taureaux de la $j^{ème}$ race paternelle. Notons que nous avons testé au préalable l'existence d'interaction entre les facteurs (sexe, type génétique maternel et paternel). L'absence d'interaction entre ces facteurs nous a conduit à utiliser le modèle ci-dessus sans interaction.

Les différences de morphologie des veaux entre lignées paternelles pour une même race ne seront pas envisagées dans cette analyse : nous n'avons pas cru utile de prendre en considération ce facteur dans les modèles d'analyse de variance étant donné le nombre réduit d'animaux de nos échantillons et le déséquilibre existant entre les effectifs de veaux appartenant à chaque lignée.

En raison des inégalités d'effectifs dans les classes et les sous-classes relatives à ces deux modèles l'estimation des effets ci-dessus et l'analyse de la variance ont été effectuée suivant la méthode décrite par KEMPTHORNE (1960). Nous avons calculé les rapports des carrés moyens liés à chacun des facteurs considérés au carré moyen résiduel intra-cellule : ces rapports sont distribués suivant une loi de "F", ils expriment l'incidence globale de ces facteurs sur la variance totale des mesures étudiées, en l'absence d'interaction entre les facteurs, dans le cas du second modèle. Les valeurs de F et les moyennes sont rassemblées sur le tableau 98 dans le cas du 1er modèle, pour chaque échantillon. Dans les tableaux 99 et 100 sont indiqués, outre les résultats relatifs aux mesures effectuées lors du vêlage des femelles, ceux correspondant aux mesures prises à 1 an ; ces dernières peuvent avoir une valeur prédictrice importante dans la pratique. Nous avons indiqué séparément sur le tableau 98 les valeurs de F relatives aux mesures du format ou du bassin de la mère effectuées avant, après ou autour du vêlage afin de pouvoir apprécier les différences génétiques susceptibles d'intervenir dans la morphologie des femelles lors de la parturition. Dans le cas du 2ème modèle, les estimées de moindres carrés des effets des 3 facteurs figurent sur les tableaux 99 et 100 ; les valeurs de F relatives aux 2 échantillons ont été regroupées dans le tableau 101.

.../..

TABLEAU 98

EFFETS DU TYPE GENETIQUE MATERNEL SUR LES CRITERES MORPHOLOGIQUES DE LA MERE

		EFFETS DU TYPE GENETIQUE MATERNEL : F (g_i)		ECART-TYPE RESIDUEL	
ECHANTILLON N°		"AUBRAC" 1	"GASCON" 2	"AUBRAC" 1	"GASCON" 2
MESURE DE FORMAT (kg ou cm)	PV_2**	4,80*	2,17	39,7	56,7
	PV_3	7,37*	3,24*	39,9	50,1
	TP_2	4,58*		5,3	
	LP_2	4,64*		1,7	
	HG_2	1,21	0,80	3,3	4,5
MESURE EXTERNE du BASSIN (cm)	LH_2	0,01	4,49*	2,4	2,3
	LB_2	0,30	3,77*	2,0	2,5
	$LTro_2$	9,38*	3,08*	1,9	2,5
	LPf_2	1,19	2,15	1,0	1,2
MESURE INTERNE du BASSIN (cm ou cm^2)	HSP_2	1,68	2,15	0,7	1,3
	HSP_4	0,50		0,7	
	$LBIM_2$	6,60*	4,20*	0,7	1,2
	$LBIM_4$	0,73		0,8	
	OP_2	5,59*	4,04*	18,7	37,7
	OP_4	1,03		19,8	
NOMBRE DE DEGRES DE LIBERTE		46	75		

* effet significatif au seuil de P = 0,05

** signification des indices des mesures

2= 2 mois avant vêlage (échantillon n° 1) ou 15 jours après vêlage (échantillon n°2)

3= au vêlage

4= 2 mois après vêlage

TABLEAU 99

COMPARAISON DES EFFETS DU SEXE DU VEAU, DU TYPE GENETIQUE MATERNEL ET DE LA RACE PATERNELLE SUR LES CRITERES MORPHOLOGIQUES DU VEAU A LA NAISSANCE (Echantillon n° 1: AUBRAC)

CRITERE CONSIDERE		μ	EFFET DU SEXE DU VEAU (s_K)		EFFET DE LA RACE PATERNELLE (g'_j)		EFFET DU TYPE GENETIQUE MATERNEL (g_i)		
			M	F	BB	CC	AA	BA	CA
P_0*		38,8	+ 2,0	- 2,0	- 0,3	+ 0,3	- 1,7	- 0,2	+ 1,9
MESURE CIRCULAIRE **	TT_0	64,2	+ 1,8	- 1,8	- 0,2	+ 0,2	- 0,5	+ 0,2	+ 0,3
	TE_0	76,8	+ 2,8	- 2,8	+ 0,2	- 0,2	- 1,5	+ 1,2	+ 0,3
	TH_0	60,9	+ 1,1	- 1,1	- 0,1	+ 0,1	- 1,7	+ 0,6	+ 1,2
	$TTro_0$	79,4	+ 2,3	- 2,3	- 0,1	+ 0,1	- 1,2	- 0,4	+ 1,5
	TPA_0	18,6	+ 0,4	- 0,4	- 0,5	+ 0,5	0	- 0,2	+ 0,2
	TC_0	12,9	+ 0,4	- 0,4	- 0,2	+ 0,2	+ 0,1	- 0,3	+ 0,3
	TG_0	21,6	+ 0,6	- 0,6	- 0,1	+ 0,1	- 0,3	- 0,1	+ 0,4

* kg

** cm

TABLEAU 100

COMPARAISON DES EFFETS DU SEXE DU VEAU, DU TYPE GENETIQUE MATERNEL ET DE LA RACE PATERNELLE SUR LES CRITERES MORPHOLOGIQUES DU VEAU A LA NAISSANCE (Echantillon n° 2 : GASCON)

CRITERE CONSIDERE			EFFET DU SEXE DU VEAU (s_K)		EFFET DE LA RACE PATERNELLE (g'_j)		EFFET DU TYPE GENETIQUE MATERNEL (g_i)				
			M	F	BB	CC	BB	CC	BG	CG	GG
P_0 *		37,5	+ 1,6	- 1,6	- 1,0	+ 1,0	- 1,9	+ 0,1	+ 1,4	+ 1,1	- 0,8
MESURE CIRCULAIRE **	TT_0	64,2	+ 1,0	- 1,0	- 1,0	+ 1,0	- 0,7	- 0,1	- 1	+ 1,7	+ 0,2
	TE_0	76,6	+ 1,6	- 1,6	0	0	- 1,5	+ 1,2	+ 0,3	+ 0,4	- 0,4
	TP_0	72,2	+ 0,9	- 0,9	- 0,5	+ 0,5	- 0,7	+ 0,2	- 0,6	+ 1,5	- 0,4
	TH_0	62,5	+ 0,4	- 0,4	- 0,6	+ 0,6	- 1,3	+ 0,8	- 0,5	+ 1,7	- 0,7
	$TTro_0$	79,8	+ 0,7	- 0,7	- 0,2	+ 0,2	- 1,8	+ 0,2	0	+ 1,7	- 0,2
	TPA_0	17,4	+ 0,5	- 0,5	- 0,4	+ 0,4	0	+ 0,2	- 0,6	+ 0,4	- 0,1
	TC_0	11,8	+ 0,4	- 0,4	- 0,3	+ 0,3	+ 0,1	+ 0,3	- 0,3	+ 0,2	- 0,2
	TG_0	20,8	+ 0,5	- 0,5	- 0,5	+ 0,5	- 0,6	+ 0,7	- 0,3	+ 0,5	- 0,3
MESURE LINEAIRE **	HT_0	21,1	+ 0,3	- 0,3	- 0,3	+ 0,3	- 0,7	- 0,1	+ 0,1	+ 0,6	0
	LE_0	18,1	+ 0,5	- 0,5	- 0,6	+ 0,6	- 0,8	+ 0,2	- 0,2	+ 0,7	0
	PP_0	25,3	+ 0,1	- 0,1	- 0,3	+ 0,3	+ 0,2	- 0,9	+ 0,6	- 0,1	+ 0,2
	$LTro_0$	19,2	+ 0,2	- 0,2	- 0,5	+ 0,5	+ 0,1	0	- 0,5	+ 0,4	- 0,1
	$HTro_0$	24,7	+ 0,4	- 0,4	- 0,1	+ 0,1	- 0,6	- 0,8	+ 0,5	+ 0,5	+ 0,3
	LON_0	78,9	+ 0,5	- 0,5	- 0,2	+ 0,2	- 1,3	- 2,6	+ 1,6	+ 2,3	0

* kg

** cm

TABLEAU 101

EFFETS DU SEXE DU VEAU, DU TYPE GENETIQUE MATERNEL ET DE LA RACE PATERNELLE SUR LES CRITERES MORPHOLOGIQUES DU VEAU

VALEURS DE F (effets simples et interactions)		$F(g_i)$		$F(g'_j)$		$F(s_k)$	
ECHANTILLON N°		AUBRAC 1	GASCON 2	AUBRAC 1	GASCON 2	AUBRAC 1	GASCON 2
P_0 (en kg)		1,66	1,16	0,18	3,30	5,84*	8,15*
MESURE CIRCULAIRE (en cm)	TT_0	0,12	1,67	0,10	9,09*	5,47*	7,72*
	TE_0	0,57	0,80	0,06	0,00	6,65*	11,54*
	TP_0		0,97		1,34		4,15*
	TH_0	1,43	0,67	0,02	1,58	1,95	0,67
	$TTro_0$	0,95	1,03	0,02	13,61*	7,05*	2,04
	TPA_0	0,28	1,07	5,83*	5,57*	4,84*	8,11*
	TC_0	1,19	1,90	1,39	10,14*	6,57*	16,13*
	TG_0	1,04	3,20*	0,10	11,7*	7,72*	11,28*
MESURE LINEAIRE (en cm ou cm^2)	HT_0		1,23		3,51		3,24
	LE_0		1,30		8,16*		6,79*
	PP_0		1,39		1,78		0,25
	$LTro_0$		1,21		13,00*		2,75
	$HTro_0$		1,82		0,23		3,48
	LON_0		3,20*		0,21		1,12

* effet significatif au seuil de P = 0,05

TABLEAU 101 (suite)

EFFETS DU SEXE DU VEAU, DU TYPE GENETIQUE MATERNEL ET DE LA RACE PATERNELLE SUR LES CRITERES DU VEAU

VALEURS DE F (effets simples et interactions)		$F(g_i \times g'_j)$		$F(g_i \times s_k)$		$F(g'_j \times s_k)$		$F(g_i \times g_j \times s_k)$		ECART-TYPE RESIDUEL	
ECHANTILLON N°		AUBRAC 1	GASCON 2	AUBRAC 1	GASCON 2	AUBRAC 1	GASCON 2	AUBRAC 1	GASCON 2	AUBRAC 1	GASCON 2
P_0 (en kg)		0,32	0,53	0,10	0,61	2,51	0,01	1,71	0,82	5,5	4,9
MESURE CIRCULAIRE (en cm)	TT_0	0,52	0,40	0,33	0,50	0,20	0,19	0,54	0,61	5,3	3,4
	TE_0	0,51	0,53	0,80	1,08	0,16	0,14	0,95	0,89	7,0	4,2
	TP_0		0,74		0,55		0,26		0,84		3,8
	TH_0	0,72	1,80	0,90	1,67	2,06	0,20	0,93	1,37	4,8	4,3
	$TTro_0$	0,16	0,50	0	3,06	3,95	0,16	1,70	1,50	5,2	4,3
	TPA_0	1,27	2,33	0,48	0,54	0,52	1,14	0,38	1,05	1,4	1,4
	TC_0	0,40	1,22	0,49	0,39	0,01	0,38	0,57	0,70	1,0	0,8
	TG_0	0,02	1,34	0,70	1,37	1,36	1,00	0,92	1,50	1,1	1,2
MESURE LINEAIRE (en cm ou cm^2)	HT_0		0,15		0,55		0,83		0,41		1,6
	LE_0		0,80		0,45		0,52		0,58		1,8
	PP_0		0,35		2,01		1,48		0,89		1,8
	$LTro_0$		1,36		0,23		0,11		0,59		1,3
	$HTro_0$		0,96		1,88		0,55		1,11		1,8
	LON_0		0,62						0,86		4,4

* effet significatif au seuil de P = 0,05

En ce qui concerne les effets du type génétique maternel (g_i), nous avons comparé 2 à 2 les moyennes de chaque type génétique considéré en utilisant le test de DUNCAN (1955) adapté par KRAMER (1956) à des échantillons d'effectifs inégaux. Cette application n'est rigoureusement valable que dans le cas du premier modèle ; nous avons aussi appliqué cette méthode de façon approximative aux estimées g_i relatives au 2ème modèle en pondérant les différences entre 2 estimées g_1 et g_2 par la moyenne harmonique des effectifs considérés : $\frac{2.N_1.N_2}{N_1+N_2}$, N_1 et N_2 étant les effectifs d'animaux des types génétiques 1 et 2. Les résultats des comparaisons entre les estimées relatives aux types génétiques considérés dans chaque échantillon sont représentés graphiquement sur les figures 26, 27, 28 et 29. En effet on peut y trouver les points représentatifs des valeurs de ces estimées g_i exprimées en unités d'écart-type résiduel relatif au modèle et à la mesure considérés : g_i/σ_ε. Cette présentation permet de situer visuellement, dans une première approche, les différents types génétiques pour tous les critères morphologiques simultanément.

2.3.3.1.2. Résultats.

Critères relatifs aux mères :

Nous n'envisageons ici que les résultats concernant les mesures faites avant ou après vêlage (tableau 98), les différences génétiques liées à l'effet de l'âge notamment seront étudiées plus loin.

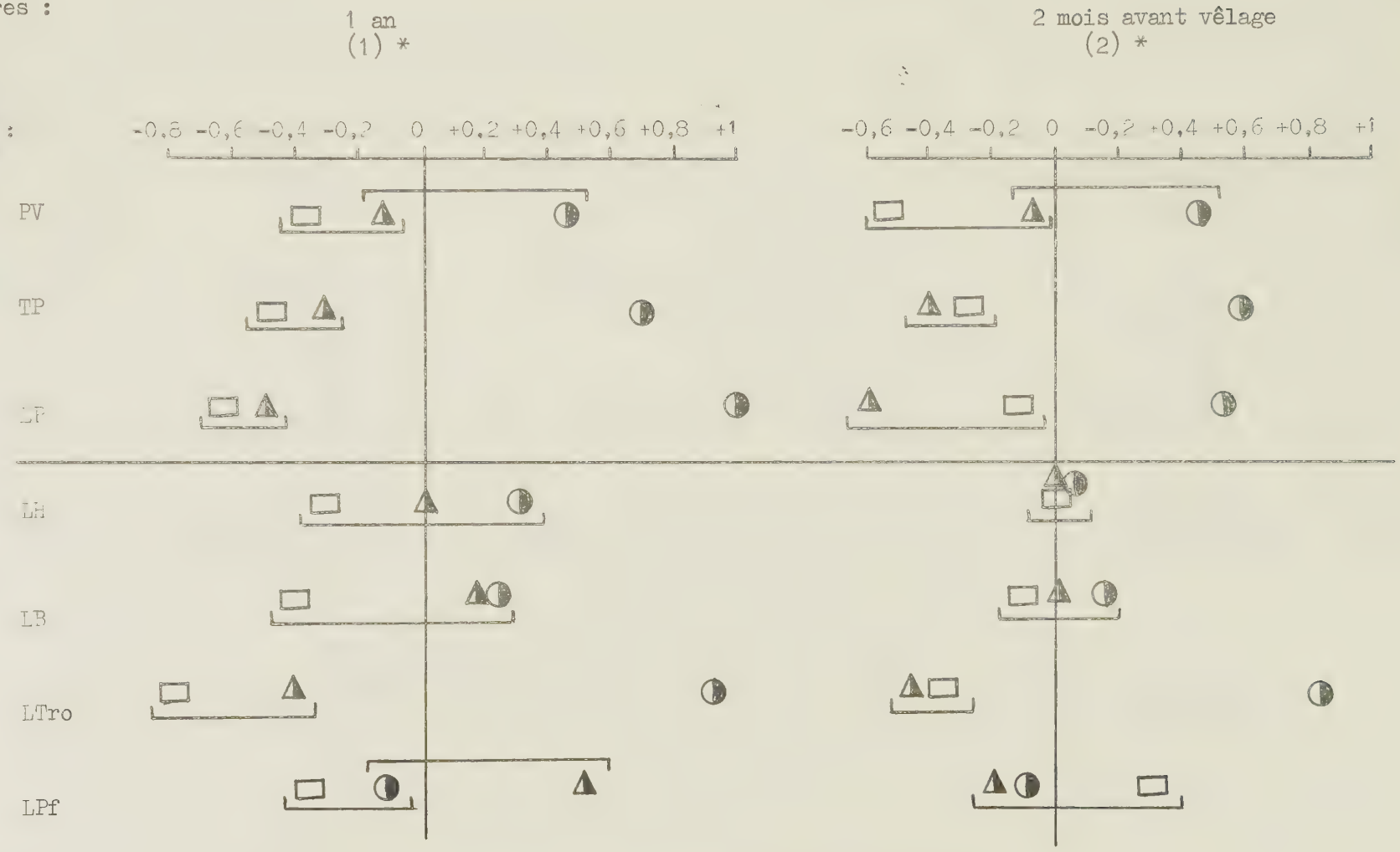
* Echantillon n° 1 (AUBRAC) :

Dans le cas de cet échantillon (tableau 102) apparaissent des différences de format (poids) significatives : les femelles croisées charolaises (CA) ont une taille et un poids supérieurs à ceux des deux autres types génétiques ; malgré cela les mesures du bassin sont comparables pour les 3 groupes, 2 mois après le vêlage tout au moins. Il n'en est pas de même 2 mois avant la parturition : les différences sont alors significatives pour l'ouverture pelvienne et, en particulier, pour la largeur bis-iliaque médiane qui s'accroît notablement chez les femelles Charolais × Aubrac et à un degré moindre chez les femelles Blonde × Aubrac par rapport aux Aubrac × Aubrac. Ces différences ne se manifestent pas sur les mesures externes du bassin liées aux dimensions de l'os coxal. Elles interviennent par contre au niveau de la largeur aux trochanters significativement supérieure pour

.../..

REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES DIFFERENCES ENTRE TYPES GENETIQUES POUR LES CRITERES MORPHOLOGIQUES DES MERES (Echantillon n° 1)

ge de mesures :



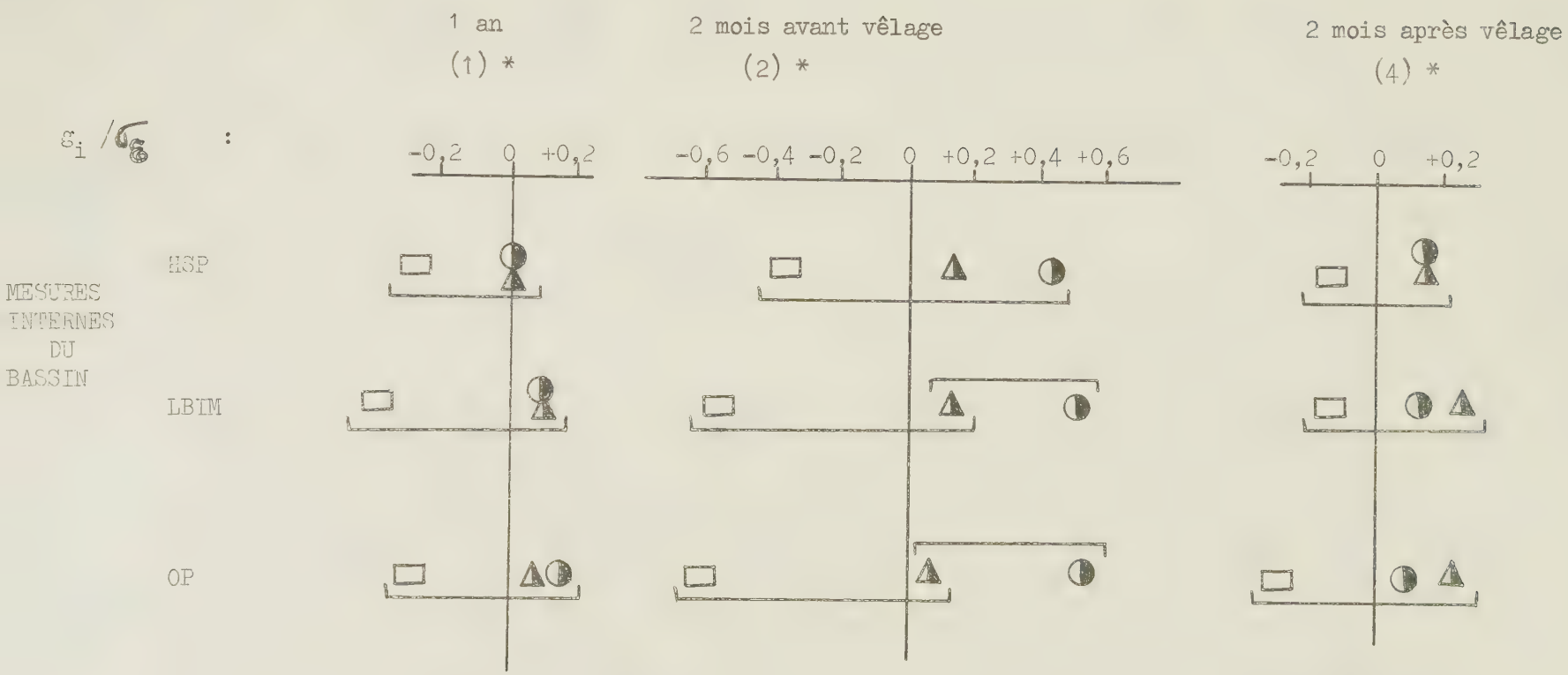
* Indice utilisé dans le texte

□ AA ▲ BA ◑ CA ——— estimées non significativement différentes entre elles au seu de P = 0,05

FIGURE 26 (suite)

REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES DIFFERENCES ENTRE TYPES GENETIQUES POUR LES CRITERES MORPHOLOGIQUES DES MERES (Echantillon n° 1)

Age de mesures :

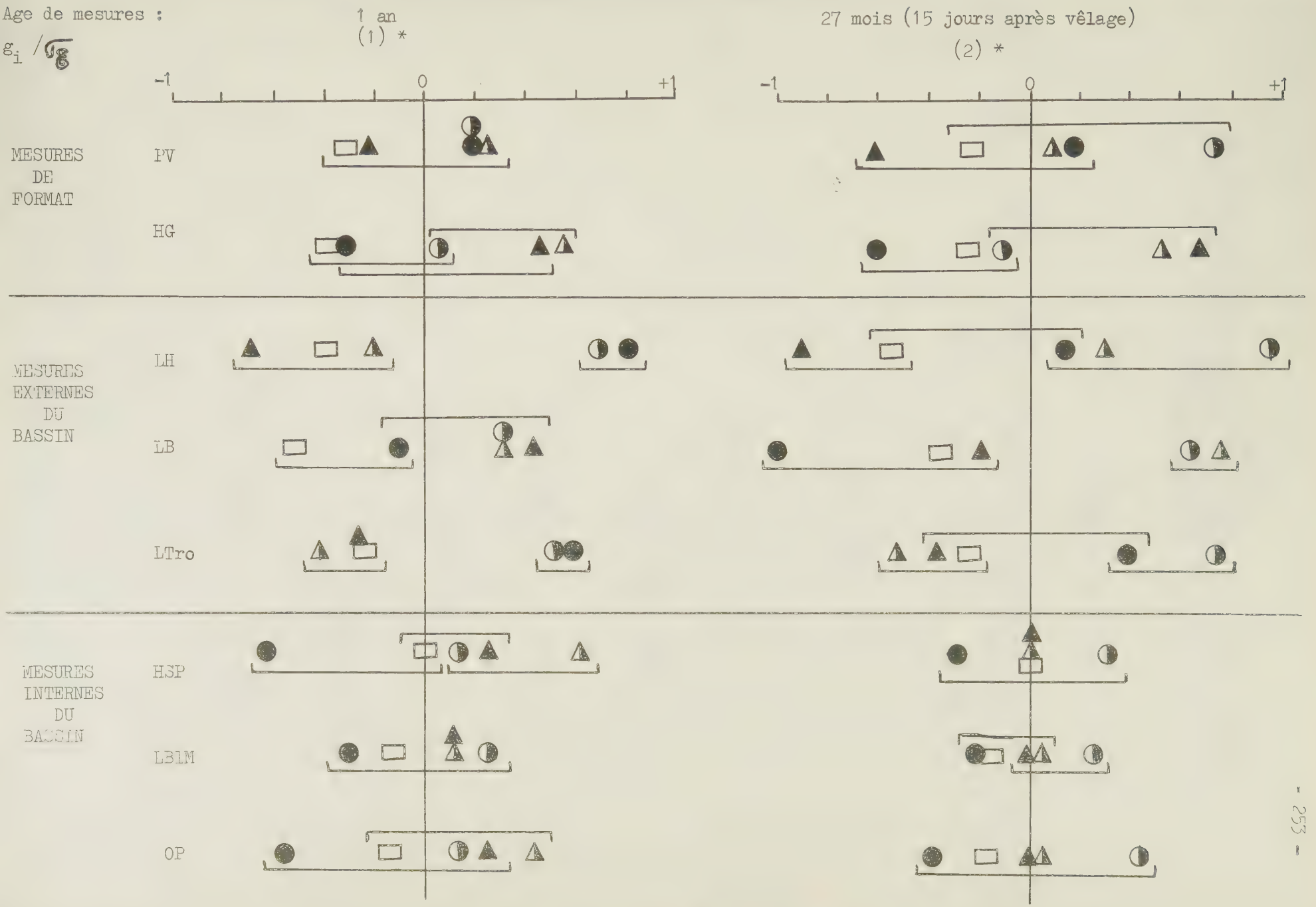


* indice utilisé dans le texte

AA BA CA

estimées non significativement différentes entre elles au seuil de P = 0,05

POUR LES CRITERES MORPHOLOGIQUES DES MERES (Echantillon n° 2)



* indices utilisés dans le texte

estimées non significativement différentes entre elles au seuil de P)0,05

FIGURE 28

REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES DIFFERENCES ENTRE TYPES GENETIQUES DES FEMELLES POUR LES CRITERES MORPHOLOGIQUES DES VEAUX A LA NAISSANCE
(échantillon n° 1)

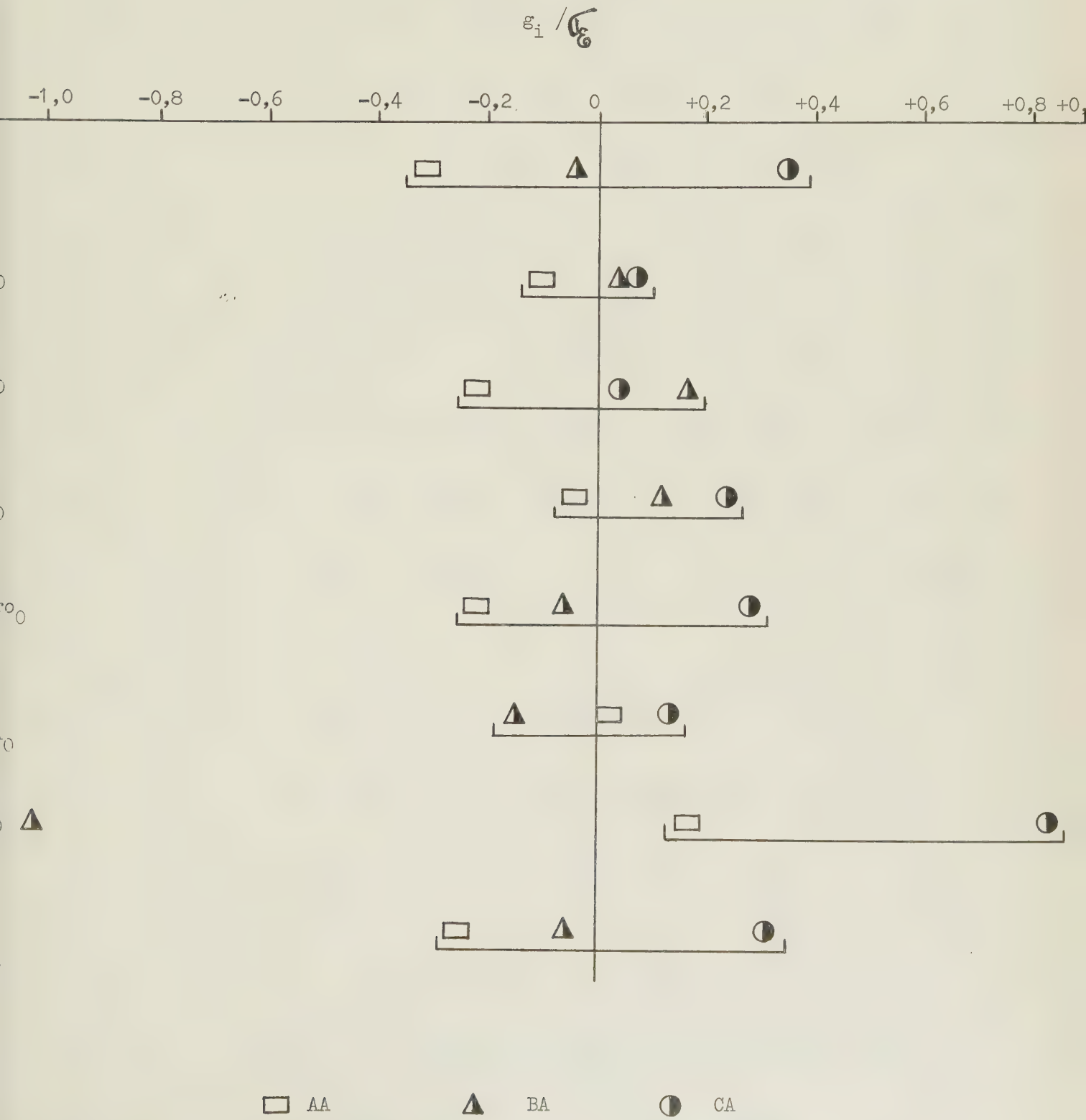
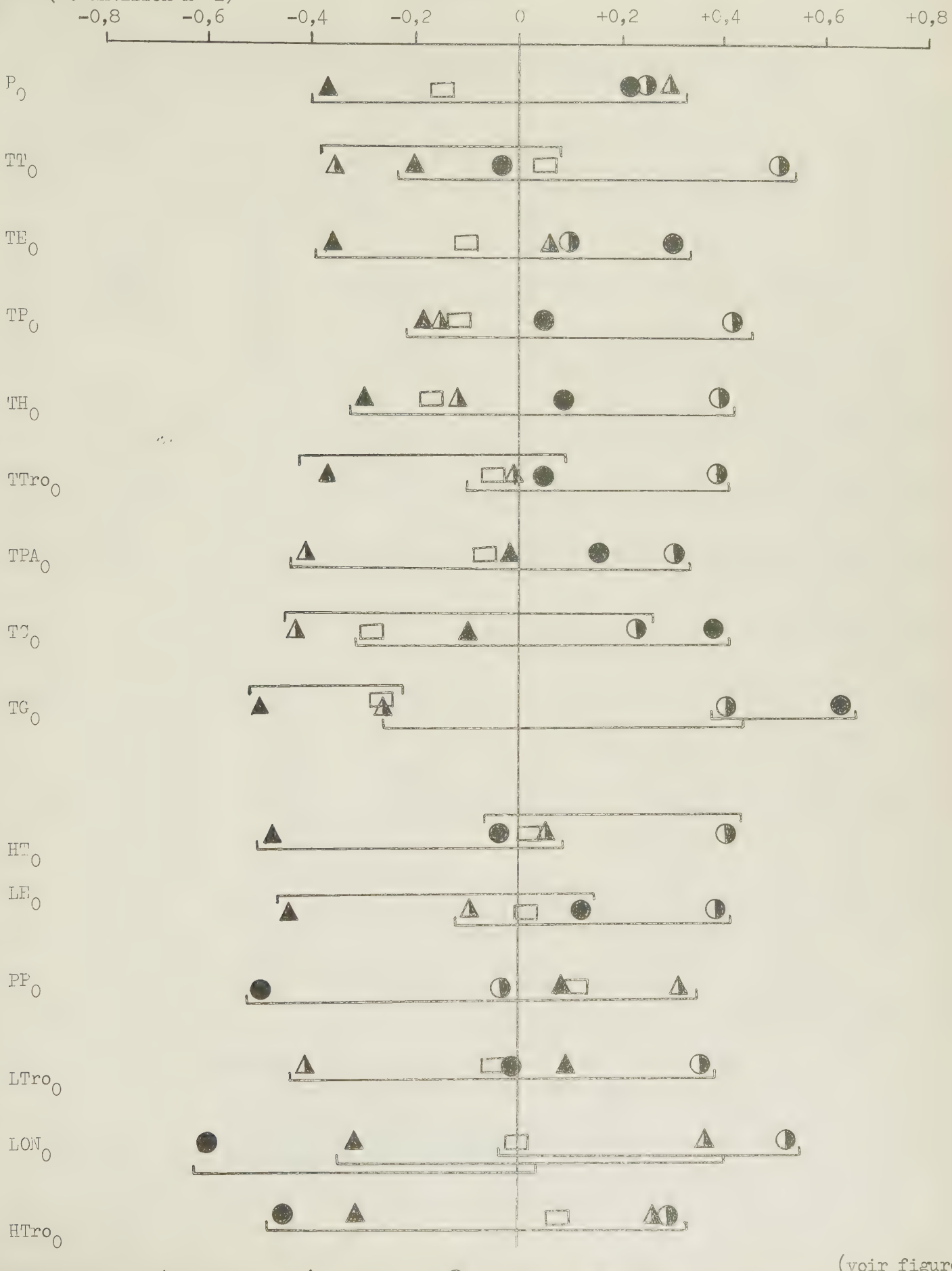


FIGURE 29- PRESENTATION SCHEMATIQUE DES ESTIMEES RELATIVES AUX CRITERES MORPHOLOGIQUES DU VEAU (échantillon n° 2)



(voir figure 28)

TABLEAU 102

COMPARAISON DES EFFETS DES TYPES GENETIQUES MATERNELS SUR LES CRITERES MORPHOLOGIQUES DES GENISSES A 1 AN ET A 2 ANS (échantillon n° 1-AUBRAC)

CRITERE CONSIDERE *		μ	g_i		
			AA	BA	CA
MESURES DE FORMAT (en cm ou kg)	PV_1	311,7	- 14,6	- 5,2	+ 18,1
	PV_2	452,5	- 20,5	- 3,3	+ 22,0
	PV_3	480,5	- 22,9	- 8,8	+ 28,8
	TP_1	149,5	- 2,7	- 1,8	+ 4,0
	TP_2	173,6	- 1,5	- 2,1	+ 3,1
	LP_1	33,0	- 1,0	- 0,8	+ 1,6
	LP_2	36,2	- 0,2	- 1,0	+ 0,9
MESURES EXTERNES DU BASSIN (en cm)	LH_1	36,8	- 0,6	0	+ 0,6
	LH_2	47,6	0	0	+ 0,1
	LB_1	40,5	- 0,8	+ 0,3	+ 0,4
	LB_2	50,3	- 0,2	0	+ 0,3
	$LTro_1$	39,1	- 2,0	- 1,0	+ 2,2
	$LTro_2$	44,9	- 0,7	- 0,9	+ 1,6
	LPf_1	9,7	- 0,3	+ 0,4	- 0,1
	LPf_2	11,8	+ 0,3	- 0,2	- 0,1
MESURES INTERNES DU BASSIN (en cm ou cm^2)	HSP_1	18,5	- 0,2	0	0
	HSP_2	17,5	- 0,2	+ 0,1	+ 0,3
	HSP_4	18,4	- 0,1	+ 0,1	+ 0,1
	$LBIM_1$	9,7	- 0,2	+ 0,1	+ 0,1
	$LBIM_2$	15,3	- 0,4	+ 0,1	+ 0,4
	$LBIM_4$	17,2	- 0,1	+ 0,2	+ 0,1
	OP_1	179,0	- 5,4	+ 2,1	+ 3,0
	OP_2	269,8	- 11,7	+ 1,4	+10,0
	OP_4	318,8	- 5,7	+ 4,1	+ 1,8

* signification des indices :

1 = mesure à 1 an
2 = mesure à 2 ans (2 mois avant vêlage)
3 = mesure le jour du vêlage
4 = mesure 2 mois après vêlage

les femelles croisées charolaises par rapport aux deux autres groupes génétiques.

* Echantillon n° 2 (GASCON) :

Ici aussi apparaissent les différences de format. Elles semblent surtout liées, comme précédemment, à un poids supérieur des femelles croisées charolais (CG) et, en partie, charolaises pures ; en ce qui concerne la taille (hauteur au garrot) les écarts sont plus réduits et proviennent d'une taille supérieure des femelles blondes ou croisées blondes par rapport au reste des mères (tableau 103).

Les variations entre races des mesures du bassin affectent surtout les mesures extrêmes et la largeur bis-iliaque médiane . Elles se traduisent de façon générale par des valeurs plus réduites chez les charolaises pures et supérieures chez les croisées charolaises et blondes d'Aquitaine. Le classement respectif des types génétiques sur les mesures externes permet également de se rendre compte de la tendance à un développement supérieur de la largeur aux trochanters par rapport à la longueur du bassin chez les femelles charolaises, cela contrairement aux croisées blondes d'Aquitaine et blondes d'Aquitaine pures qui manifestent une évolution inverse.

Critères relatifs aux veaux:

Les influences du sexe et de la race paternelle sur la variation de ces critères sont en général supérieures à celle de la race maternelle pour l'ensemble des critères (tableau 101). Cette dernière ne se manifeste que dans le cas des mesures de grosseur des os, principalement au niveau des articulations : ces mesures sont plus élevées chez les veaux issus de femelles charolaises et croisées charolais que chez les produits de femelles blondes d'Aquitaine et croisées blondes d'Aquitaine (tableaux 99 et 100). Les mesures circulaires du veau ne sont pas significativement différentes entre les types génétiques. les écarts semblent plus élevés par contre quand on considère les dimensions linéaires du veau : les veaux issus de femelles croisées sont plus longs que les produits de femelles de races à viande. Par ailleurs, d'une façon générale, bien que les différences ne soient pas significatives (figures 28 et 29) les dimensions transversales des veaux fournis par les femelles charolaises et croisées charolaises sont proportionnellement supérieures aux dimensions verticales correspondantes (PP_0 et $HTro_0$) ; c'est le contraire pour les veaux engendrés par les femelles blondes d'Aquitaine ou croisées blondes d'Aquitaine.

.../..

TABLEAU 103

COMPARAISON DES EFFETS DES TYPES GENETIQUES MATERNELS SUR LES CRITERES MORPHOLOGIQUES DES GENISSES A 1 AN ET A 27 MOIS
(Echantillon n° 2-GASCON)

CRITERE CONSIDERE *		μ	g_i				
			GG	BG	CG	BB	CC
MESURES DE FORMAT (en cm ou kg)	PV_1	336,9	- 12,6	+ 8,2	+ 12,9	- 9,4	+ 7,9
	PV_2	452,7	- 28,7	+ 14,6	+ 35,1	- 26,7	+ 17,5
	HG_1	114,8	- 1,6	+ 2,4	+ 0,2	+ 2,0	- 1,4
	HG_2	121,1	- 1,0	+ 2,4	- 0,5	+ 2,9	- 2,7
MESURES EXTERNES DU BASSIN (en cm)	LH_1	41,1	- 0,8	- 0,4	+ 1,4	- 1,4	+ 1,6
	LH_2	47,2	- 1,1	+ 0,7	+ 2,2	- 2,1	+ 0,4
	LB_1	44,7	- 1,0	+ 0,6	+ 0,6	+ 0,8	- 0,2
	LB_2	48,6	- 0,9	+ 1,9	+ 1,6	- 0,5	- 2,5
	$LTro_1$	41,3	- 0,5	- 0,8	+ 1,0	- 0,5	+ 1,1
	$LTro_2$	46,2	- 0,6	- 1,3	+ 1,9	- 0,9	+ 1,0
MESURES INTERNES DU BASSIN (en cm ou cm^2)	HSP_1	14,3	0	+ 0,5	+ 0,1	+ 0,2	- 0,5
	HSP_2	17,8	0	0	+ 0,4	0	- 0,4
	$LBIM_1$	11,4	- 0,1	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,1	- 0,2
	$LBIM_2$	14,9	- 0,4	+ 0,1	+ 0,6	0	- 0,5
	OP_1	163,9	- 2,4	+ 7,4	+ 2,4	+ 4,1	- 9,2
	OP_2	265,9	- 5,8	+ 1,9	+ 17,2	+ 0,4	- 14,1

* signification des indices :

1 = mesure à 1 an

2 = mesure 15 jours après le vêlage

L'effet de la race paternelle se traduit aussi sur le poids des veaux: celui-ci est plus élevé pour les veaux issus de taureaux charolais ; ces derniers ont surtout des os plus gros et un développement en largeur plus important (LE_0 et $LTro_0$). Ce phénomène apparaît de façon très nette au niveau du train postérieur : la mesure circulaire aux trochanters est plus élevée pour ces veaux alors que les mesures correspondantes prises aux épaules sont équivalentes pour les 2 types de veaux (tableaux 99 et 100).

Les veaux mâles sont enfin plus lourds que les veaux femelles ; leurs os sont plus épais (TPA_0, TC_0, TG_0) et leurs dimensions circulaires supérieures au niveau des deux ceintures : scapulaire et pelvienne (TE_0 et $TTro_0$) (Tableaux 99 et 100).

2.3.3.2. Analyse et interprétation des différences génétiques.

L'interprétation des résultats des analyses de variance ci-dessus est difficile pour plusieurs raisons :

1 - : effectif réduit de chacun des 2 échantillons.

2 - : confusion de plusieurs phénomènes dans les différences enregistrées

- actions génétiques additives et non additives
- effets directs et maternels sur la croissance du veau (cas des comparaisons de mesures des veaux entre types génétiques des femelles).

Nous avons essayé de pallier à cette lacune en comparant de façon analytique les estimées de moindres carrés et en regroupant les résultats obtenus pour les 2 échantillons suivant un triple objectif :

- estimation de l'importance des actions génétiques non additives, dans les croisements entre race rustique et race à viande, et au niveau des femelles croisées. Nous n'étudierons pas, par contre, l'incidence de ces actions sur la morphologie des veaux croisés charolais et blonds d'Aquitaine bien que cela soit théoriquement possible avec le schéma utilisé (croisements réciproques entre animaux des races à viande, croisements de retour et croisements 3 races). Il serait en effet nécessaire de recourir aux données de base et de comparer des groupes d'effectifs trop réduits.

.../..

- étude de l'évolution des critères morphologiques de la mère et de son effet maternel quand on passe de femelles de races rustiques, aux femelles croisées de 1ère génération et aux femelles de races à viande avec l'augmentation de musculature de ces femelles.

- comparaison des influences respectives des 2 races à viande envisagées dans cette étude, directement sur la morphologie des veaux (effet direct) ou sur celle des mère et indirectement sur celle des veaux par le biais de l'effet maternel. Les résultats de cette comparaison sont importants en pratique : ils conduiront à choisir de façon objective, du point de vue des conditions de vêlage, la place optimum que doivent occuper les races Charolaise et Blonde d'Aquitaine dans un schéma de croisement à double étage : 1er niveau pour produire des femelles destinées à la reproduction, 2ème niveau pour fournir exclusivement des animaux destinés à l'abattage.

Cette analyse revient donc, pour l'essentiel, à décomposer les 2 (1er échantillon) ou 4 (2ème échantillon) degrés de liberté correspondant à l'effet du type génétique des femelles pour estimer :

- les actions non additives (1 degré de liberté : 2ème échantillon)
- l'évolution de la race rustique à la race à viande (1 et 2 degrés de liberté respectivement pour les 1er et 2ème échantillon)
- les différences entre races à viande (1 et 2 degrés de liberté également pour les 1er et 2ème échantillon).

On suppose dans ces analyses que les effets de la race paternelle et du type génétique maternel sont indépendants, ce qui revient à négliger l'incidence des phénomènes d'aptitude spécifique au croisement des races Blonde et Charolaise entre elles et avec la race rustique considérée dans chacun des 2 échantillons.

On s'est contenté, dans ces comparaisons, de calculer des différences entre estimées de moindres carrés relatives à 1 échantillon donné. Pour des raisons matérielles liées à nos possibilités de calcul nous ne disposions pas en effet de la précision de ces estimées : nous ne pouvions donc obtenir un intervalle de confiance de ces différences ni les tester par rapport à 0.

.../..

Par ailleurs, lorsque cela était possible, les différences homologues relatives aux deux échantillons ont été regroupées en vue d'avoir une estimée commune à ces 2 échantillons. On a alors utilisé une pondération approximative désignée sous l'expression "pondération harmonique" et qui consiste à affecter à chaque différence un poids égal à $2 \frac{N_1 N_2}{N_1+N_2}$, N_1 et N_2 étant les effectifs des 2 groupes d'animaux dont les estimées de moindres carrés ont servi au calcul de la différence.

2.3.3.2.1. Estimation de l'importance des actions génétiques non additives.

2.3.3.2.1.1. Méthode d'estimation.

Cette estimation porte sur les variations des mesures des mères ainsi que sur celles des veaux qui sont liées à l'influence du milieu utérin. Elle a été obtenue à partir des estimées de moindres carrés correspondant aux types génétiques maternels dans l'échantillon n° 2.

Dans cet échantillon, il est en effet possible d'estimer les actions génétiques non additives (h_m) qui se manifestent sur les mesures de la mère dans le cas des croisements entre les races Gasconne et Charolaise d'une part, Gasconne et Blonde d'Aquitaine d'autre part. Nous disposons de fait dans les 2 cas des femelles de race pure et croisées de 1ère génération accouplées avec les mêmes taureaux. Il suffit de faire l'hypothèse d'absence d'effet maternel sur le format et la morphologie de ces femelles : les femelles croisées ne sont pas issues en effet de croisements réciproques entre la race Gasconne et la race à viande considérée mais seulement entre femelles gasconnes et mâles charolais ou blonds d'Aquitaine. Cette hypothèse semble réaliste : cet effet maternel se manifeste soit pendant la vie utérine, il est alors fonction du format de la race maternelle, soit pendant la phase d'allaitement ou il est proportionnel à la production laitière de cette même race. Or dans le cas des 3 races concernées les différences de taille et d'aptitude laitière sont limitées ; on peut considérer que leur incidence sur la morphologie est négligeable notamment à l'âge de 2 ans.

Soient g_{m1} et g_{m2} les actions génétiques additives correspondant aux races 1 et 2 pour une mesure de la mère, g_1, g_2 et g étant les estimées de moindres carrés des mesures de la mère issues du modèle ci-dessus, relatives aux 2 races

.../..

pures et aux femelles croisées de 1ère génération (g) on peut écrire :

$$g_1 = g_{m1}$$

$$g_2 = g_{m2}$$

$$g = \frac{g_{m1} + g_{m2}}{2} + h_m$$

d'où l'on tire :

$$h_m = g - \frac{g_1 + g_2}{2}$$

Dans le cas des mesures des veaux issus des mêmes types génétiques maternels un raisonnement équivalent peut être fait pour ce qui est des actions génétiques non additives intervenant sur l'effet utérin des races maternelles vis-à-vis des dimensions du veau à la naissance. g_1, g_2 et g sont les estimées de moindres carrés des mesures du veau respectivement pour les races maternelles 1, 2 et pour les femelles croisées de 1ère génération issues de ces 2 races. g_{m1} et g_{m2} sont les actions additives des gènes intervenant sur les influences utérines pour les 2 races en cause. h_m représente les actions non additives des gènes sur ces mêmes influences. g_{d1}, g_{d2}, g_{d3} correspondent aux actions additives des gènes, des mêmes races et de la race paternelle respectivement, qui sont transmis au veau. h_{d13} et h_{d23} sont les actions non additives correspondantes dans le cas des croisements entre les races indicées. De façon générale les indices m et d caractérisent respectivement des actions génétiques sur la morphologie maternelle ou sur celle du veau par le biais du milieu utérin (m) et des actions directes sur la morphologie du veau (d).

On peut alors écrire :

$$g_1 = g_{m1} + \frac{g_{d1}}{2} + \frac{g_{d3}}{2} + h_{d13}$$

$$g_2 = g_{m2} + \frac{g_{d2}}{2} + \frac{g_{d3}}{2} + h_{d23}$$

$$g = \frac{g_{m1} + g_{m2}}{2} + h_m + \frac{g_{d1}}{4} + \frac{g_{d2}}{4} + \frac{g_{d3}}{2} + \frac{h_{d13}}{2} + \frac{h_{d23}}{2}$$

D'où l'on tire :

$$h_m = g - \frac{g_1 + g_2}{2}$$

.../..

Les valeurs de h_m qui ont été exprimées, comme c'est l'usage, en pourcentage de la moyenne des estimées des races parentales $\left(\mu + \frac{g_1 + g_2}{2}\right)$:

Soit : $$H_m = \left(\frac{g - \frac{g_1 + g_2}{2}}{\mu + \frac{g_1 + g_2}{2}} \right) \times 100$$

sont rassemblées sur les tableaux 104 et 105 pour les mesures de la mère et du veau, et dans le cas de races Gasconne et Charolaise d'une part, Gasconne et Blonde d'Aquitaine d'autre part.

2.3.3.2.1.2. Résultats.

D'une façon générale, les pourcentages d'hétérosis sont supérieurs dans les croisements entre races Gasconne et Charolaise tant pour les mensurations des femelles que pour l'effet maternel sur les dimensions du veau (tableaux 104 et 105). Les poids des mères et surtout des veaux sont pratiquement les seules mesures à manifester une tendance contraire avec un hétérosis plus élevé dans les croisements Blonde d'Aquitaine × Gascon.

L'hétérosis semble plus accusé sur le poids des mères que sur celui des veaux mais, compte non tenu, pour ces dernières, de l'incidence des effets génétiques non additifs sur la croissance liés aux différences entre le génotype de la mère et celui de la race paternelle utilisée. De même les effets d'hétérosis sont plus élevés sur les poids que sur les mesures circulaires ou linéaires effectuées tant chez les mères que chez les veaux.

Si l'on considère plus particulièrement les mesures des femelles, l'hétérosis est minimum pour la taille et la largeur aux trochanters ainsi que pour la hauteur sacro-pubienne, mesure du bassin la plus liée à la taille de l'individu. Il est maximum (4 à 6 %) pour toutes les autres mesures externes ou internes du bassin ; quant aux mesures des veaux, la longueur totale est, dans les 2 comparaisons effectuées, la mesure la plus influencée par les actions non additives des gènes sur l'effet maternel. Ces actions ne modifient pas la grosseur des os mais entraînent un accroissement sensible des dimensions circulaires et des mensurations linéaires.

.../..

TABLEAU 104

ACTIONS GENETIQUES NON ADDITIVES (h_m) ET HETEROSIS (H) SUR LES CRITERES MORPHOLOGIQUES DES GENISSES (Echantillon n° 2 - GASCON)

CRITERE MORPHOLOGIQUE	RACES	GG et CC		GG et BB		MOYENNE	
		h_m (+)	H_m (++)	h_m	H_m	$\bar{h}_m$	$\bar{H}_m$
MESURE DE FORMAT	PV_1	+ 15,26	+ 4,56	+ 19,29	+ 5,92	+ 17,65	+ 5,24
	PV_2	+ 40,69	+ 9,10	+ 42,50	+ 10,00	+ 43,23	+ 9,55
	HG_1	+ 17,00	+ 1,50	+ 2,20	+ 1,91	+ 1,96	+ 1,71
	HG_2	+ 1,35	+ 1,13	+ 1,45	+ 1,19	+ 1,41	+ 1,16
MESURES EXTERNES DU BASSIN	LH_1	+ 0,98	+ 2,41	+ 0,70	+ 1,75	+ 0,85	+ 2,08
	LH_2	+ 2,55	+ 5,44	+ 2,30	+ 5,04	+ 2,47	+ 5,24
	LB_1	+ 1,20	+ 2,72	+ 0,70	+ 1,57	+ 0,96	+ 2,15
	LB_2	+ 3,30	+ 7,04	+ 2,60	+ 5,42	+ 3,03	+ 6,23
	$LTro_1$	+ 0,70	+ 1,68	0	0	+ 0,35	+ 0,84
	$LTro_2$	+ 1,70	+ 3,66	- 0,55	- 1,21	+ 0,57	+ 1,23
MESURES INTERNES DU BASSIN	HSP_1	+ 0,35	+ 2,49	+ 0,40	+ 2,78	+ 0,38	+ 2,63
	HSP_2	+ 0,60	+ 3,40	0	0	+ 0,30	+ 1,70
	$LBIM_1$	+ 0,35	+ 3,11	+ 0,10	+ 0,88	+ 0,23	+ 1,99
	$LBIM_2$	+ 1,05	+ 7,27	+ 0,30	+ 2,04	+ 0,69	+ 4,65
	OP_1	+ 8,21	+ 5,19	+ 6,56	+ 3,98	+ 7,51	+ 4,58
	OP_2	+ 27,13	+10,60	+ 4,58	+ 1,74	+ 16,41	+ 6,17

(+) kg, cm ou cm^2

(++) %

TABLEAU 105

ACTIONS GENETIQUES NON ADDITIVES (h_m) ET HETEROSIS (H_m) SUR L'EFFET UTERIN
(Echantillon n° 2 - GASCON)

CRITERE MORPHOLOGIQUE \ RACES		GG et CC		GG et BB		MOYENNE	
		h_m (+)	H_m(++)	h_m	H_m	$\bar{h}_m$	$\bar{H}_m$
P_0		+ 1,44	+ 3,90	+ 2,75	+ 7,60	+ 2,16	+ 5,75
MESURES CIRCULAIRES	TT_0	+ 1,64	+ 2,56	- 0,75	- 1,17	+ 0,45	+ 0,70
	TE_0	0	0	+ 1,25	+ 1,65	+ 0,63	+ 0,82
	TP_0	+ 1,59	+ 2,21	- 0,01	- 0,01	+ 0,79	+ 1,10
	TH_0	+ 1,64	+ 2,63	+ 0,06	+ 0,10	+ 0,74	+ 1,19
	$TTro_0$	+ 1,69	+ 2,13	+ 0,95	+ 1,20	+ 1,33	+ 1,67
	TPA_0	+ 0,35	+ 2,00	- 0,55	- 3,17	- 0,17	- 1,00
	TC_0	+ 0,15	+ 1,26	- 0,25	- 2,12	- 0,05	- 0,43
	TG_0	+ 0,30	+ 1,42	+ 0,02	+ 0,10	+ 0,16	+ 0,76
MESURES LINEAIRES	HT_0	+ 0,65	+ 3,08	+ 0,45	+ 2,16	+ 0,55	+ 2,62
	LE_0	+ 0,60	+ 3,29	+ 0,20	+ 1,12	+ 0,40	+ 2,20
	PP_0	+ 0,25	+ 1,00	+ 0,40	+ 1,56	+ 0,32	+ 1,28
	$LTro_0$	+ 0,45	+ 2,34	- 0,50	- 2,60	- 0,02	- 0,13
	$HTro_0$	+ 0,75	+ 3,06	+ 0,65	+ 2,64	+ 0,70	+ 2,85
	LON_0	+ 3,59	+ 4,63	+ 2,28	+ 2,87	+ 2,96	+ 3,75

(+) (kg, cm ou cm^2)

(++) (%)

Globalement, si l'augmentation d'ouverture pelvienne liée à l'hétérosis est du même ordre de grandeur que celle du poids du veau, la forme de ce dernier est apparemment plus favorable à la parturition.

2.3.3.2.2. Evolution des critères morphologiques de la race rustique à la race à viande.

2.3.3.2.2.1. Méthode d'analyse.

Soient, g_{GG}, g_{BG}, g_{CG}, g_{BB}, g_{CC} les estimées de moindres carrés correspondant aux types génétiques maternels indicés. Nous avons déterminé la valeur moyenne des estimées relatives aux femelles croisées (g_X) (échantillons n°s 1 et 2) d'une part, aux femelles de races à viande d'autre part (g_V) (échantillon n° 2) :

$$g_X = \frac{g_{BG} + g_{CG}}{2} \quad \text{et} \quad g_V = \frac{g_{BB} + g_{CC}}{2}$$

Nous avons ensuite calculé les écarts entre l'estimée des femelles de race Gasconne et la valeur moyenne relative aux femelles croisées ($g_X - g_{GG}$) d'une part, entre cette valeur moyenne et celle correspondant aux femelles de race à viande pour le 2ème échantillon ($g_V - g_X$) d'autre part.

Ces valeurs ont été rassemblées sur les tableaux 106 et 107 respectivement pour les critères morphologiques des mères et des veaux.

L'interprétation de ces différences est, en fait, rendue délicate en raison de l'importance des actions non additives sur la croissance générale des femelles croisées et sur leur effet maternel (voir ci-dessus). Nous avons donc corrigé statistiquement ce phénomène en diminuant les valeurs de g_X pour chaque critère d'une quantité égale à $\bar{h}_m$ (tableaux 104 et 105), déviation due aux actions génétiques non additives dans les croisements entre race Gasconne d'une part, Charolaise et Blonde d'Aquitaine d'autre part. Nous avons également appliqué cette correction pour la comparaison entre femelles Aubrac et croisées BA et CA; cela n'est valable, en toute rigueur que si l'hétérosis entre la race Aubrac et races à viande est le même que celui enregistré entre la race Gasconne et les mêmes races à viande. Les nouveaux écarts ainsi corrigés:

.../..

$g_X - g_{GG} - \bar{h}_m$ et $g_V - g_X + \bar{h}_m$

figurent également sur les tableaux 106 et 107.

2.3.3.2.2.2. Résultats.

Pour de nombreux critères les résultats correspondant aux trois comparaisons effectuées sont relativement concordants, tout au moins lorsqu'on a éliminé l'incidenc de l'hétérosis sur les dimensions des femelles croisées.

Au niveau de la femelle, le passage de la race rustique vers la race à viande se traduit par une augmentation de poids (10 kg à 1 an, 20 à 25 kg à 2 ans). Les mensurations corporelles qui caractérisent essentiellement le développement squelettique sont également accrues en moyenne mais plus nettement à 1 an qu'à 2 ans ce qui indiquerait que la supériorité de croissance des animaux de race à viande correspond plutôt à un supplément de croissance du squelette et du format pour la 1ère année, des masses musculaires pour la 2ème année de vie. L'influence de la race à viande entraîne aussi un changement de la morphologie qui se traduit à poids constant par un élargissement des animaux (LTr[illegible] LP, TP) qui sont par contre plus courts et ont une taille légèrement supérieure. Les mesures internes du bassin sont peu affectées : on note une simple tendance à l'augmentation de la largeur bis-iliaque médiane et à la réduction de hauteur sacro-pubienne.

Pour ce qui est du veau, les changements enregistrés de la race rustique vers la race à viande sont surtout liés à ceux de l'influence utérine (taille de la mère) et à la moitié des modifications génétiques correspondant aux actions additives des gènes. A l'examen des résultats du tableau 107 on peut noter surtout une augmentation du poids à la naissance dans le cas de l'échantillon "Aubrac", un maintien de ce poids pour le 2ème échantillon. En ce qui concerne la morphologie des veaux, l'influence de la race à viande se traduit par une réduction de longueur et une augmentation relative des mesures de largeur notamment aux trochanters. Les dimensions circulaires du veau à la naissance sont réduites au niveau de la tête et des trochanters mais accrues à celui des hanches. Pour les autres critères les résultats obtenus varient d'un échantillon à l'autre.

.../..

TABLEAU 106

EVOLUTION DES MENSURATIONS DES FEMELLES DE LA RACE RUSTIQUE VERS LA RACE A VIANDE (ensemble des deux échantillons)

CRITERE MORPHOLOGIQUE \ ECHANTILLON		1 AUBRAC		2 GASCON			
		I	I'	II	II'	III	III'
MESURES DE FORMAT	PV_1	+ 21,1	+ 3,4	+ 23,2	+ 5,5	- 11,3	+ 7,4
	PV_2	+ 29,9	+13,3	+ 53,6	+ 10,4	- 29,5	+ 13,7
	PV_3	+ 32,9					
	HG_1			+ 2,9	+ 0,9	- 1,0	+ 1,0
	HG_2			+ 2,0	+ 0,6	- 0,9	+ 0,5
	TP_1	+ 3,8					
	TP_2	+ 2,0					
	LP_1	+ 1,4					
	LP_2	+ 0,2					
MESURES EXTERNES DU BASSIN	LH_1	+ 0,9	0	+ 1,3	+ 0,4	- 0,4	+ 0,5
	LH_2	+ 0,1	- 2,4	+ 2,6	+ 0,1	- 2,3	+ 0,2
	LB_1	+ 1,2	+ 0,2	+ 1,6	+ 0,6	- 0,3	+ 0,7
	LB_2	+ 0,4	- 2,6	+ 2,7	- 0,3	- 3,3	- 0,3
	$LTro_1$	+ 2,6	+ 2,2	+ 0,6	+ 0,2	+ 0,2	+ 0,6
	$LTro_2$	+ 1,1	+ 0,5	+ 0,9	+ 0,3	- 0,3	+ 0,3
	LPf_1	+ 0,5					
	LPf_2	- 0,5					
MESURES INTERNES DU BASSIN	HSP_1	+ 0,2	- 0,2	+ 0,3	- 0,1	- 0,4	0
	HSP_2	+ 0,4	+ 0,1	+ 0,2	- 0,1	- 0,4	- 0,1
	HSP_4	+ 0,2					
	$LBIM_1$	+ 0,3	+ 0,1	+ 0,3	+ 0,1	- 0,2	0
	$LBIM_2$	+ 0,7	0	+ 0,8	+ 0,1	- 0,6	+ 0,1
	$LBIM_4$	+ 0,1					
	OP_1	+ 8,0	+ 0,5	+ 7,3	- 0,2	- 7,5	0
	OP_2	+ 17,4	+ 1,0	+ 15,4	- 1,0	-16,4	0
	OP_4	+ 8,7					

Signification des indices :

1 = mesures à 1 an.
2 = mesures 2 mois avant vêlage (échantillon n° 1) ou 15 jours après vêlage (échantillon n° 2)
3 = mesures le jour du vêlage.
4 = mesures 2 mois après vêlage.

Les différences sont exprimées en kg, cm ou cm^2 suivant les critères considérés.

Les colonnes de gauche se rapportent aux différences brutes entre estimées de moindres carrés ; celles de droites aux différences corrigées en fonction de l'hétérosis ($\bar{h}_m$ du tableau 104) :

$$I = \left[(g_{CA}+g_{BA})/2\right] - g_{AA} \qquad II = \left[(g_{CG}+g_{BG})/2\right] - g_{GG} \qquad III = \left[(g_{CC}+g_{BR})/2\right] - g_{GG}$$

$$I' = I - \bar{h}_m \qquad II' = II - \bar{h}_m \qquad III' = III + \bar{h}_m$$

TABLEAU 107

EVOLUTION DES MENSURATIONS DES VEAUX DE LA RACE RUSTIQUE VERS LA RACE A VIANDE

(Ensemble des 2 échantillons)

ECHANTILLON / CRITERE MORPHOLOGIQUE		1 AUBRAC		2 GASCON			
		I	I'	II	II'	III	III'
P_0		+ 2,6	+ 1,2	+ 2,1	- 0,1	- 2,2	+ 0,01
MESURE CIRCULAIRE	TT_0	+ 0,8	- 0,8	+ 0,2	- 0,3	- 0,8	- 0,30
	TE_0	+ 2,3	+ 2,3	+ 0,8	+ 0,2	- 0,5	+ 0,13
	TH_0	+ 2,6	+ 1,0	+ 1,3	+ 0,3	- 0,9	- 0,06
	$TTro_0$	+ 1,8	+ 0,1	+ 1,1	- 0,2	- 1,6	- 0,86
	TPA_0	0	- 0,4	0	+ 0,2	+ 0,2	+ 1,53
	TC_0	+ 0,5	- 0,3	+ 0,2	+ 0,3	+ 0,3	+ 0,08
	TG_0		+ 0,2	+ 0,4	+ 0,2	- 0,1	- 0,10
	TP_0			+ 0,9	+ 0,1	- 0,7	- 0,54
MESURE LINEAIRE	HT_0			+ 0,4	- 0,2	- 0,8	- 0,20
	LE_0			+ 0,3	- 0,1	- 0,6	- 0,15
	PP_0			+ 0,1	+ 0,2	- 0,6	- 0,28
	$LTro_0$			+ 0,1	+ 0,1	+ 0,1	- 0,08
	$HTro_0$			+ 0,2	- 0,5	- 1,2	- 0,50
	LON_0			+ 2,0	- 1,0	- 3,9	- 0,94

Les différences sont exprimées en kg ou en cm suivant les critères considérés.

Les colonnes de gauche se rapportent aux différences brutes entre estimées de moindre carrés ; celles de droite aux différences corrigées en fonction de l'hétérosis ($\bar{h}_m$ du tableau 105) :

$$I = \frac{(g_{CA} + g_{BA})}{2} - g_{AA} \qquad I' = I - \bar{h}_m$$

$$II = \frac{(g_{CG} + g_{BG})}{2} - g_{GG} \qquad II' = II - \bar{h}_m$$

$$III = \frac{(g_{CC} + g_{BB})}{2} - g_{GG} \qquad III' = III - \bar{h}_m$$

2.3.3.2.3. Comparaison des races viande.

2.3.3.2.3.1. Méthode d'analyse.

Des analyses de variance précédentes, on peut tirer une comparaison des influences des 2 races à viande :

- sur la morphologie des veaux croisés qu'elles engendrent (g')
- sur la morphologie des femelles croisées et indirectement des veaux fournis par ces femelles (g)

Soient g'_C et g'_B les estimées de moindres carrés relatives aux races paternelles Charolaise (C) et Blonde (B), g_C et g_B, celles relatives aux femelles croisées charolaises et blondes, g_{CC} et g_{BB}, celles relatives aux femelles de race à viande pure (2ème échantillon) : $g'_C - g'_B$ représente la différence d'aptitude générale au croisement des races Charolaise et Blonde sur la morphologie des veaux. Cette différence correspond à la moitié de celle qui existe entre les actions additives propres de ces 2 races sur la croissance du veau et à celle des actions non additives qu'elles manifestent dans les croisements auxquels elles ont été soumises dans chaque échantillon.

$g_C - g_B$ a une signification plus complexe. Cette différence englobe :

- la moitié des actions additives des gènes de ces 2 races intervenant sur la croissance de la femelle ou déterminant son influence utérine.
- les actions non additives des gènes sur ces mêmes caractéristiques intervenant dans les croisements des races rustiques considérées avec la race Charolaise ou la race Blonde d'Aquitaine.
- le quart des actions additives des gènes de ces 2 races sur la croissance des veaux.
- enfin des actions non additives sur la croissance correspondant aux croisements pratiqués dans chaque échantillon.

$g_{CC} - g_{BB}$ représente la différence entre races Blonde et Charolaise due à la moitié des actions additives directes des gènes de ces 2 races sur la croissance des veaux et à la totalité des effets génétiques additifs de ces 2 races intervenant sur la croissance de la femelle ou déterminant son influence utérine. .../..

Il est difficile à partir de ces comparaisons et compte tenu des résultats précédents d'analyser de façon complète les différences entre les races Charolaise et Blonde d'Aquitaine, compte tenu de l'effectif limité d'animaux contrôlés. Cela n'aurait pas beaucoup de sens d'ailleurs étant donné les conditions particulières de choix des taureaux de race à viande dans ces essais : taureaux de type en général normal pour produire les génisses (pures ou croisées), taureaux de type culard pour accoupler à ces mêmes génisses.

Nous nous limiterons à la recherche d'estimées de $g'_C - g'_B$ et $g_C - g_B$ communes aux 2 échantillons ($g_{CC} - g_{BB}$ n'est obtenu que dans le cas du 2ème). Les valeurs de ces estimées sont rassemblées sur les tableaux/ 108 et 109 pour les mesures des mères et pour celles des veaux. Etant donné les différences intervenues dans le protocole expérimental entre les 2 échantillons nous avons indiqué pour chaque mesure et pour chaque comparaison le nombre total d'animaux correspondant aux 2 groupes génétiques comparés pour l'ensemble des 2 échantillons.

Enfin, à partir de ces estimées communes nous essaierons de déterminer les différences entre races dans les actions additives des gènes sur la morphologie du veau d'une part ($g_{aC} - g_{aB}$), sur celle des femelles et sur l'influence utérine d'autre part ($g_{mC} - g_{mB}$). Si l'on néglige, en première approximation, les actions génétiques non additives on peut en effet écrire dans le cas des mesures des veaux :

$$g'_C - g'_B = \frac{1}{2} (g_{aC} - g_{aB})$$

$$g_C - g_B = \frac{1}{4} (g_{aC} - g_{aB}) + \frac{1}{2} (g_{mC} - g_{mB})$$

$$g_{CC} - g_{BB} = \frac{1}{2} (g_{aC} - g_{aB}) + (g_{mC} - g_{mB})$$

D'où l'on tire :

- une estimation directe de $g_{aC} - g_{aB} = 2 (g'_C - g'_B)$
- deux estimations de $g_{mC} - g_{mB} = (g_{CC} - g_{BB}) - (g'_C - g'_B)$

$$= 2 (g_C - g_B) - (g'_C - g'_B)$$

dont la dernière est de loin la plus précise compte tenu des effectifs considérés.

.../..

TABLEAU 108

COMPARAISON DES RACES CHAROLAISE ET BLONDE D'AQUITAINE POUR LES DIMENSIONS DE LA FEMELLE (Ensemble des 2 échantillons)

CRITERE MORPHOLOGIQUE +		$\varepsilon_{CC} - \varepsilon_{BB}$	$2(\varepsilon_C - \varepsilon_B)$
MESURE DE FORMAT	PV_1	+ 17,3 (1)	+ 30,0 (2)
	PV_2	+ 44,2 (1)	+ 48,2 (2)
	HG_1	- 3,4 (1)	- 4,4 (2)
	HG_2	- 5,6 (1)	- 5,8 (2)
	TP_1		+ 11,6 (3)
	TP_2		+ 10,4 (3)
	LP_1		+ 4,8 (3)
	LP_2		+ 3,8 (3)
MESURE EXTERNE DU BASSIN	LH_1	+ 3,0 (1)	+ 2,7 (2)
	LH_2	+ 2,5 (1)	+ 1,6 (2)
	LB_1	- 1,0 (1)	+ 0,1 (2)
	LB_2	- 2,0 (1)	+ 0,1 (2)
	$LTro_1$	+ 1,6 (1)	+ 5,3 (2)
	$LTro_2$	+ 1,9 (1)	+ 6,0 (2)
MESURE INTERNE DU BASSIN	HSP_1	- 0,7 (1)	- 0,4 (2)
	HSP_2	- 0,4 (1)	+ 0,6 (2)
	$LBIM_1$	- 0,3 (1)	+ 0,1 (2)
	$LBIM_2$	- 0,5 (1)	- 0,3 (2)
	OP_1	- 13,3 (1)	- 4,1 (2)
	OP_2	- 14,5 (1)	+ 24,8 (2)

+ nombre total d'animaux envisagés pour estimer la différence :

(1) = [illegible]
(2) = 60
(3) = 31

TABLEAU 109

COMPARAISON DES RACES CHAROLAISE ET BLONDE D'AQUITAINE POUR LES DIMENSIONS DU VEAU

(Ensemble des 2 échantillons)

CRITERE + MORPHOLOGIQUE (en kg ou cm)		$g_C - g_B$	$g_{CC} - g_{BB}$	$g_{aC} - g_{aB}$	$g_{mC} - g_{mB}$ 1ère ESTIMATION ($g_{CC} - g_{BB}$)	$g_{mC} - g_{mB}$ 2ème ESTIMATION ($g_C - g_B$)
P_0		+ 1,5 (1)	+ 2,0 (2)	+ 1,7 (3)	- 1,2	+ 2,1
MESURE CIRCULAIRE	TT_0	+ 3,1 (1)	+ 0,6 (2)	+ 0,6 (3)	+ 0,3	+ 6,0
	TE_0	- 0,7	+ 2,7	+ 1,5	+ 1,8	- 2,1
	TH_0	+ 3,0	+ 2,2	+ 1,0	+ 1,7	+ 5,5
	$TTro_0$	+ 3,6	+ 1,9	+ 0,4	+ 1,7	+ 7,0
	TPA_0	+ 1,5	+ 0,2	+ 0,8	- 0,2	+ 2,5
	TC_0	+ 1,1	+ 0,2	+ 0,6	- 0,1	+ 1,9
	TG_0	+ 1,3	+ 1,3	+ 0,9	+ 1,0	+ 2,3
MESURE LINEAIRE	HT_0	+ 1,0 (4)	+ 0,6 (2)	+ 0,6 (5)	+ 0,3	+ 0,7
	LE_0	+ 1,8	+ 1,0	+ 1,2	+ 0,4	+ 1,2
	PP_0	- 1,4	- 1,1	+ 0,6	- 1,4	+ 1,7
	$LTro_0$	+ 1,8	- 0,1	+ 1,0	- 0,6	+ 1,3
	$HTro_0$	0	- 0,2	+ 0,2	- 0,3	- 0,1
	LON_0	+ 1,4	- 1,3	+ 0,4	- 1,5	+ 1,2

+ nombre total d'animaux envisagés pour estimer la différence :

(1) = 60 (2) = 29 (3) = 124 (4) = 31 (5) = 87

En ce qui concerne les mesures intéressant les femelles, $g_{mC} - g_{mB}$ est calculé directement à partir de $g_{CC} - g_{BB}$ où en doublant l'expression $g_C - g_B$.

2.3.3.2.3.2. Résultats.

Les femelles charolaises ont un poids supérieur de 20 à 30 kg à 1 an et de l'ordre de 45 kg à 2 ans, à celui des femelles blondes d'Aquitaine. Leur taille ainsi que la longueur de leur bassin et les dimensions de leur ouverture pelvienne sont par contre réduites en général. L'augmentation de poids lié à la race Charolaise correspond surtout à un accroissement des dimensions transversales.

Cette augmentation se retrouve sur le poids à la naissance des veaux : elle se traduit sur ce poids à la fois par l'intermédiaire du milieu utérin et par celui des actions génétiques additives transmises par le père à son veau. En ce qui concerne les variations de morphologie des veaux liées à l'emploi des races Charolaise et Blonde il convient de distinguer ces 2 types d'actions :

- les actions additives des gènes entraînent un accroissement de l'ensemble des dimensions circulaires et linéaires des veaux issus de taureaux charolais par rapport à ceux engendrés par les taureaux blonds. Cet accroissement affecte surtout la grosseur des os ainsi que les dimensions circulaires au niveau des épaules et des hanches : les mesures transversales sont les plus affectées en valeur relative par l'emploi du mâle charolais.

- l'estimation des effets maternels donne lieu à l'obtention de valeurs paraissant quelque peu disparates d'où semble néanmoins ressortir une incidence positive de la race Charolaise sur les dimensions circulaires au niveau des hanches et des trochanters.

.../..

2.3.3.3. Conclusion.

Les résultats généraux relatifs aux difficultés de vêlage ont fait apparaître une augmentation de la fréquence de ces difficultés quand on utilise des taureaux de races à viande spécialement charolais en croisement à partir de femelles de races rustiques. Il apparaît donc intéressant de rassembler les résultats analytiques ci-dessus pour (tableau 110) apprécier le déséquilibre morphologique qui se manifeste quand on pratique ces croisements en fonction :

a/ des phénomènes d'hétérosis
b/ du pourcentage de gènes de race à viande des animaux
c/ de la race à viande utilisée

Nous avons apprécié le déséquilibre morphologique éventuel qui se manifest dans les 3 cas en étudiant, dans chaque cas, l'évolution des dimensions de la mère et du veau qui sont apparues les plus liées aux conditions de vêlage :

- dans le cas de la mère on a retenu les ouvertures pelviennes à 2 ans et 1 an : cette dernière mesure présente dans le cas qui nous préoccupe l'avantage de ne pas être influencée par les conditions de vêlage comme c'est peut être le cas pour les mesures à 2 ans effectuées après le vêlage (voir plus loin).

- dans le cas du veau on a considéré d'une part le poids - critère d'appréciation du volume global du veau - d'autre part la largeur aux trochanters qui caractérise surtout la compacité de ce dernier.

A partir des résultats précédents on indique : les augmentations de ces dimensions ou rapports (en % de la moyenne estimée μ) liées à l'hétérosis (tableau 110) ; pour les mesures du veau on a dissocié l'hétérosis sur l'effet direct (supposé équivalent pour le poids de naissance à celui enregistré sur le poids des femelles à 1 an) de celui sur l'effet utérin estimé dans ce travail.

les différences (en % de μ également) liées au passage des femelles de race rustique aux femelles F_1 et de ces dernières aux femelles de races à viande. L'effet de la race paternelle étant éliminé ainsi que celui des actions génétiques non additives ces différences au niveau des mesures des veaux expriment l'évolution de l'effet maternel et de la moitié des actions génétiques additives sur la croissance.

.../..

TABLEAU 110

ANALYSE DU DESEQUILIBRE MORPHOLOGIQUE DANS LES CROISEMENTS ENTRE RACES RUSTIQUES ET RACES A VIANDE

DONNEES UTILISEES	DIMENSION DE L'OUVERTURE PELVIENNE		COMPARAISON EFFECTUEE	DIMENSIONS DU VEAU A LA NAISSANCE		SIGNIFICATION
	OP_1	OP_2		P_0	$LTro_0$	
TABLEAUX 104 et 105	+ 4,58(2)	+ 6,17 (2)	HETEROSIS *	+5,24 (2) ***		EFFET DIRECT
				+5,75 (2)	- 0,13 (2)	EFFET MATERNEL
FEMELLES DES TYPES GENETIQUES CONSIDERES CROISEES AVEC LES MEMES RACES PATERNELLES	+ 0,28(1) - 0,12(2)	+ 0,03 (1) - 0,03 (2)	F_1 - RACE RUSTIQUE **	+3,09 (1) -0,16 (2)	+ 0,41 (2)	
	0 (2)	0 (2)	RACE A VIANDE-F_1 **	+0,03 (2)	+ 0,41 (2)	
RACES PURES	- 8,11(2)	- 5,41 (2)	CHAROLAISE - BLONDE D'AQUITAINE **	+4,46 (3)	+ 5,20 (2)	EFFET DIRECT
F_1	- 2,39 (3)	+ 9,25 (3)	CHAROLAISE - BLONDE D'AQUITAINE **	+3,20 (2) +5,51 (3)	- 3,12 (2) + 6,77 (2)	EFFET MATERNEL ****

* différence entre estimées des femelles croisées et des races parentales exprimées en % de ces dernières.
** différences (en % de $\bar{x}$) entre les estimées relatives aux 2 catégories comparées.
*** valeur obtenue pour le poids à 1 an des génisses.
**** les différences de la 1ère ligne ont été établies à partir des femelles de races à viande ; celles de la 2ème ligne à partir des femelles croisées charolaises et blondes d'Aquitaine.
Les chiffres entre parenthèses caractérisent les échantillons sur lesquels a été établie cette différence :

(1) échantillon n° 1
(2) échantillon n° 2
(3) ensemble des 2 échantillons

les différences entre races Charolaise et Blonde : pour les mesures des veaux ces différences sont décomposées suivant les résultats précédents en effet direct sur la croissance des veaux et effet maternel par le biais du milieu utérin. Elles sont exprimées, de même que les dimensions des génisses, comme si elles se rapportaient à des animaux de race pure.

D'une façon générale toutes les comparaisons effectuées qui traduisent un accroissement du potentiel de croissance et de la musculature font apparaître une augmentation de la taille et de la compacité des veaux qui ne semble pas compensée (en % tout au moins) par un changement proportionnel des dimensions de l'ouverture pelvienne.

On peut tenter de rapprocher ces résultats analytiques de ceux que l'on obtient de façon similaire à partir des estimées de moindres carrés de la note de conditions de vêlage (tableau 84). Les différences relatives à cette note entre femelles de races rustiques et croisées, croisées et femelles de race à viande, ainsi qu'en races Charolaise et Blonde d'Aquitaine ont été exprimées en pourcentage de μ pour les rendre plus explicites et comparables à l'effet d'hétérosis que nous avons continué à exprimer en % de la moyenne des races parentales (tableau 111). Enfin comme pour les dimensions morphologiques du veau et de la mère, on a décomposé les différences entre races à viande suivant qu'elles concernaient l'effet direct (double des différences entre races paternelles) ou l'effet maternel. Ce dernier est estimé à partir des comparaisons entre femelles de race pure ou croisées charolaises et blondes corrigées pour éliminer l'incidence de l'effet direct ci-dessus.

Il ressort des chiffres du tableau 111 que c'est en général les influences affectant les dimensions du veau indépendamment de la morphologie maternelle (sexe et race paternelle) qui déterminent les variations d'aptitude au vêlage. De fait le croisement charolais entraîne par rapport au blond un accroissement de poids à la naissance (tableau 110) dont les répercussions sont d'autant plus élevées que cet effet s'ajoute à celui lié aux actions non additives sur la croissance du vea

Les différences entre types génétiques maternels sont beaucoup plus tranchées dans le 1er échantillon que dans le second. La race rustique (Gasconne) se rapprochait plus tant par son format que par son développement musculaire des races à viande envisagées : de fait, le poids des veaux et l'ouverture pelvienne des femelles varient peu des gasconnes aux races à viande ; par contre, dans le cas de l'échantillon Aubrac, on enregistre simultanément une augmentation du poids des veaux et une

.../..

TABLEAU 111

ANALYSE DES VARIATIONS DE LA NOTE DE CONDITIONS DE VELAGE

EFFET CONSIDERE		ECHANTILLON 1	ECHANTILLON 2
Sexe (1) (mâles-femelles)		+ 40,83 %	+ 15,85 %
Hétérosis (2)			- 11,82 %
Race rustique (RR) - Race à viande (CC et BB)	$\frac{BR + CR}{2} - RR$ (3)	+ 30,93 %	+ 5,14 %
	$\frac{BB+CC}{2} - \frac{BR+CR}{2}$ (3)		- 0,51 %
CHAROLAIS - BLOND D'AQUITAINE	Race paternelle (CC-BB) (1)	+ 22,50 %	+ 26,43 %
	Race maternelle (CR-BR) (1)	+ 31,60 %	+ 16,30 %
	(CC-BB)		+ 18,30 %
	Effet direct	+ 45,00 %	+ 52,86 %
	Effet maternel (croisées)	+ 40,70 %	+ 6,18 %
	(races pures)		- 8,13 %

(1) différences en % de μ entre les estimées de moindres carrés correspondantes (tableau 84)

(2) différences entre estimées des femelles croisées et des races parentales exprimées en % de ces dernières

(3) différences entre les estimées ou moyennes d'estimées de moindres carrés corrigées pour éliminer l'effet d'hétérosis et exprimées en % de μ (tableau 84)

diminution de l'ouverture pelvienne des femelles Aubrac aux croisées (tableau 110). Pour ce qui est des différences d'effet maternel entre les races Charolaise et Blonde d'Aquitaine l'effet dépressif lié à la race Charolaise dans le 1er échantillon s'explique par une augmentation de poids à la naissance non compensée au niveau de l'ouverture pelvienne des mères : il convient de rappeler que dans le cas de cet essai, et contrairement à l'essai Gascon, les femelles croisées charolaises étaient issues pour 50 % d'entre elles de taureaux culards.

2.4. - LIAISON ENTRE L'APTITUDE AU VELAGE ET LES AUTRES CRITERES ZOOTECHNIQUES.

2.4.1. - Méthode d'étude.

Les liaisons de l'aptitude au vêlage ou ses principales composantes (poids à la naissance, ouverture pelvienne) avec les critères zootechniques classiques, ont été étudiées chez les mères d'une part, chez les produits (taurillons et génisses) d'autre part. Compte tenu de l'information disponible sur ces 2 groupes , les critères zootechniques retenus se rapportaient surtout à deux phases essentielles en élevage :

- La reproduction : la fertilité et la précocité sexuelle notamment pour l'échantillon n° 1 (mères : expérience "AUBRAC").

- L'engraissement et l'abattage : la croissance, la composition corporelle et l'efficacité alimentaire pour l'échantillon n° 3 (produits : génisses et taurillons - expérience "AUBRAC") et l'échantillon complémentaire n° 4 (taurillons - expérience "LE PIN").

Nous n'avons pas pris en considération dans cette étude les données relatives à la production laitière et à la fertilité des femelles après vêlage : ces caractères étaient trop influencés par le mode de vêlage antérieur (césariennes) dont la fréquence était par ailleurs artificiellement accrue en raison du rythme intensif de reproduction choisi (premier vêlage à 2 ans).

Pour chacun de ces 2 groupes , nous avons distingué les liaisons entre types génétiques et intra-types génétiques. Dans le premier cas nous nous sommes limités, du fait des effectifs contrôlés, à une simple comparaison graphique de l'évolution des valeurs moyennes par type génétique. Pour l'échantillon des produits de l'essai Aubrac constitué d'animaux des deux sexes, nous avons,

.../..

en fait, travaillé sur les estimées de moindres carrés relatives aux types génétiques dans le cas d'un modèle théorique comportant également l'effet du sexe mais sans interaction. Dans l'échantillon n° 3, nous avons calculé les coefficients de corrélation intra-type génétique entre l'aptitude au vêlage d'une part et les critères zootechniques d'autre part. Dans le cas où la note de difficultés de vêlage était considérée, nous avons utilisé le coefficient de corrélation bisérial de point (KENDALL et STUART, 1961) qui nous a paru plus approprié.

2.4.1. - Résultats.

2.4.2.1. - Résultats relatifs aux mères.

Nous avons rassemblé sur le tableau 112, les valeurs moyennes des critères considérés pour chacun des 3 types génétiques : AA, CA et BA. Le tableau comporte par ailleurs les coefficients de corrélations intra-type génétique entre la note de difficultés de vêlage ou l'ouverture pelvienne des mères d'une part, l'âge aux premières chaleurs et le poids à 1 an d'autre part. Dans le but d'éliminer l'incidence des variations de format des mères tant sur leur précocité sexuelle que sur leur ouverture pelvienne, nous avons calculé le coefficient de corrélation partielle entre ces 2 critères, en maintenant constant le poids à 1 an.

Nous noterons seulement la corrélation positive intra-type génétique entre l'ouverture pelvienne et l'aptitude au vêlage d'une part, le poids à 1 an d'autre part. Cette tendance apparaît quand nous comparons les valeurs moyennes de ces critères pour les femelles AA et BA mais non dans les comparaisons des moyennes des 2 types de femelles croisées BA et CA : ces dernières, plus lourdes, vèlent néanmoins plus difficilement et ont une ouverture pelvienne pratiquement équivalente à celle des croisées blondes d'Aquitaine (tableau 112).

2.4.2.2. - Résultats relatifs aux taurillons et génisses à 1 an.

Ces résultats figurent sur le tableau 114 en ce qui concerne les valeurs moyennes, par type génétique, des critères considérés, et sur le tableau 115 pour les coefficients de corrélation.

.../..

TABLEAU 112

VALEURS MOYENNES ET POURCENTAGES PAR TYPE GENETIQUE DES MERES POUR LES CRITERES CONSIDERES : FERTILITE, APTITUDE AU VELAGE ET OUVERTURE PELVIENNE (Echantillon n° 1: AUBRAC)

CRITERE \ TYPE GENETIQUE DES FEMELLES	AA	BA	CA
Effectif	16	14	17
Age aux 1ères chaleurs (j)	387	402	399
Poids à 1 an (kg)	285	307	330
Ouverture pelvienne (cm^2)	258	271	275
% vêlages difficiles*	43,8	35,7	70,6

* Vêlages difficiles (note 3) et nécessitant une intervention chirurgicale (note 4)

TABLEAU 113

COEFFICIENTS DE CORRELATION INTRA-TYPE GENETIQUE ($^{r} \times y$) ENTRE L'APTITUDE AU VELAGE ET LA FERTILITE DES MERES (Echantillon n° 1: AUBRAC)

× / y	OUVERTURE PELVIENNE A 2 ANS (surface)		DIFFICULTES DE VELAGE (+)
	COEFFICIENT DE CORRELATION BRUT	COEFFICIENT DE CORRELATION PARTIEL A POIDS CONSTANT	
Poids à 1 an	+ 0,49 (P = 0,01)		- 0,14 (P = 0,50)
Age aux premières chaleurs	- 0,23 (P > 0,05)	- 0,20 (P > 0,05)	+ 0,07 (P = 0,90)

(+) Coefficient de corrélation bisérial.

Note 1 = vêlages de types 1 et 2

Note 2 = vêlages de types 3 et 4

TABLEAU 114

VALEURS ET POURCENTAGES DES CRITERES ZOOTECHNIQUES ET DE L'APTITUDE AU VELAGE PAR TYPE GENETIQUE DES TAURILLONS ET GENISSES DE 1 AN

ECHANTILLON	N° 4 - AUBRAC *					N° 3 - COMPLEMENTAIRE **					
RACE PATERNELLE	HH		NN	CC		BB			CC		
TYPE GENETIQUE MATERNEL	HH	NN	NN	NN	CC	AA	BA	CA	AA	BA	CA
EFFECTIF	3	7	20	6	3	6	5	7	4	6	5
POIDS DE NAISSANCE(kg)	41,3	38,0	40,9	45,5	46,6	36,4	38,4	41,1	37,0	36,9	41,8
DIFFICULTES DE NAISSANCE (%) +	-	-	-	-	-	16,6	16,6	66,6	66,6	50,0	66,6
OUVERTURE PELVIENNE A 13 mois (cm^2)	188,6	173,0	149,9	142,3	129,6	167,3	180,1	143,5	154,7	154,9	133,7
POIDS A 13 mois (kg)	443,0	464,5	417,2	443,6	449,3	409,9	425,5	376,9	410,4	442,0	424,5
POIDS D'ABATTAGE (kg)	528,6	545,2	510,9	534,3	557,3	427,3	429,6	417,6	398,2	433,7	454,1
INDICE DE CONSOMMATION (kg aliment/kg gain)	9,3	9,4	8,5	7,8	7,4	5,3	5,4	5,6	6,8	4,11	5,2
RENDEMENT (%)	50,5	53,5	54,5	55,5	55,5	53,4	56,4	57,4	54,1	56,4	57,5
MUSCLES (%)	63,3	61,4	62,4	64,3	69,9	68,8	60,4	68,0	63,8	64,3	66,4

\+ % vêlages difficiles (note 3) et intervention chirurgicale (note 4) ; non contrôlés pour l'échantillon 4.

* Valeurs moyennes pour 38 mâles.

** Estimées de moindres carrés pour 19 mâles et 14 femelles.

TABLEAU 115

COEFFICIENTS DE CORRELATION INTRA-TYPE GENETIQUE ($^{r}_{x \times y}$) POUR LES TAURILLONS ET LES GENISSES DE 1 AN

ECHANTILLON	N° 3 — AUBRAC				N° 4 — COMPLEMENTAIRE		
x / y	POIDS DE NAISSANCE	OUVERTURE PELVIENNE (13 mois) : COEFFICIENT DE CORRELATION BRUT	OUVERTURE PELVIENNE (13 mois) : COEFFICIENT DE CORRELATION PARTIEL A POIDS CONSTANT	DIFFICULTES DE NAISSANCE ****	POIDS DE NAISSANCE	OUVERTURE PELVIENNE (13 mois) : COEFFICIENT DE CORRELATION BRUT	OUVERTURE PELVIENNE (13 mois) : COEFFICIENT DE CORRELATION PARTIEL A POIDS CONSTANT
Poids à 13 mois (kg)	+0,33 (P=0,05)	+0,14 (P>0,05)	-	+0,09 (P>0,05)	-0,14 (P>0,05)	+0,37 (P=0,05)	-
Indice de consommation *	-0,41 (P=0,05)	+0,17 (P>0,05)	+0,30 (P=0,05)	-0,19 (P>0,05)	-0,04 (P>0,05)	+0,15 (P>0,05)	+0,15 (P>0,05)
Rendement (%) **	+0,33 (P=0,05)	-0,46 (P=0,01)	-0,48 (P=0,01)	+0,61 (P=0,001)	-0,01 (P>0,05)	0 (P>0,05)	-0,009 (P>0,05)
Muscles (%) ***	+0,29 (P=0,10)	-0,45 (P=0,01)	-0,51 (P=0,01)	+0,43 (P=0,01)	-0,15 (P>0,05)	+0,35 (P=0,05)	+0,31 (P=0,05)

* Poids d'aliment consommé par kilo de gain de 10 mois à 16 mois

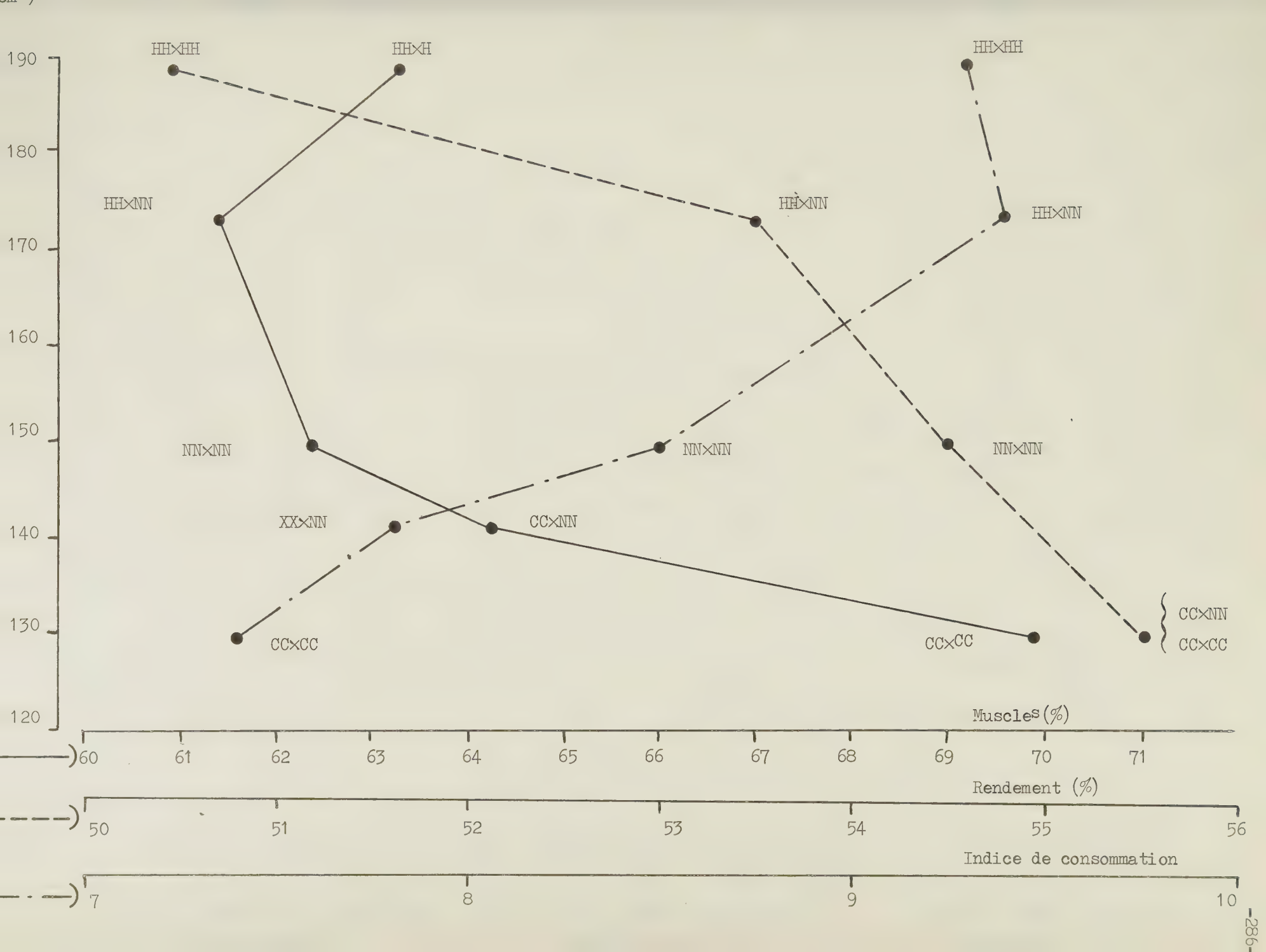
** (poids de carcasse / poids vif) 100

*** Pourcentage de muscles dans la 11ème côte.

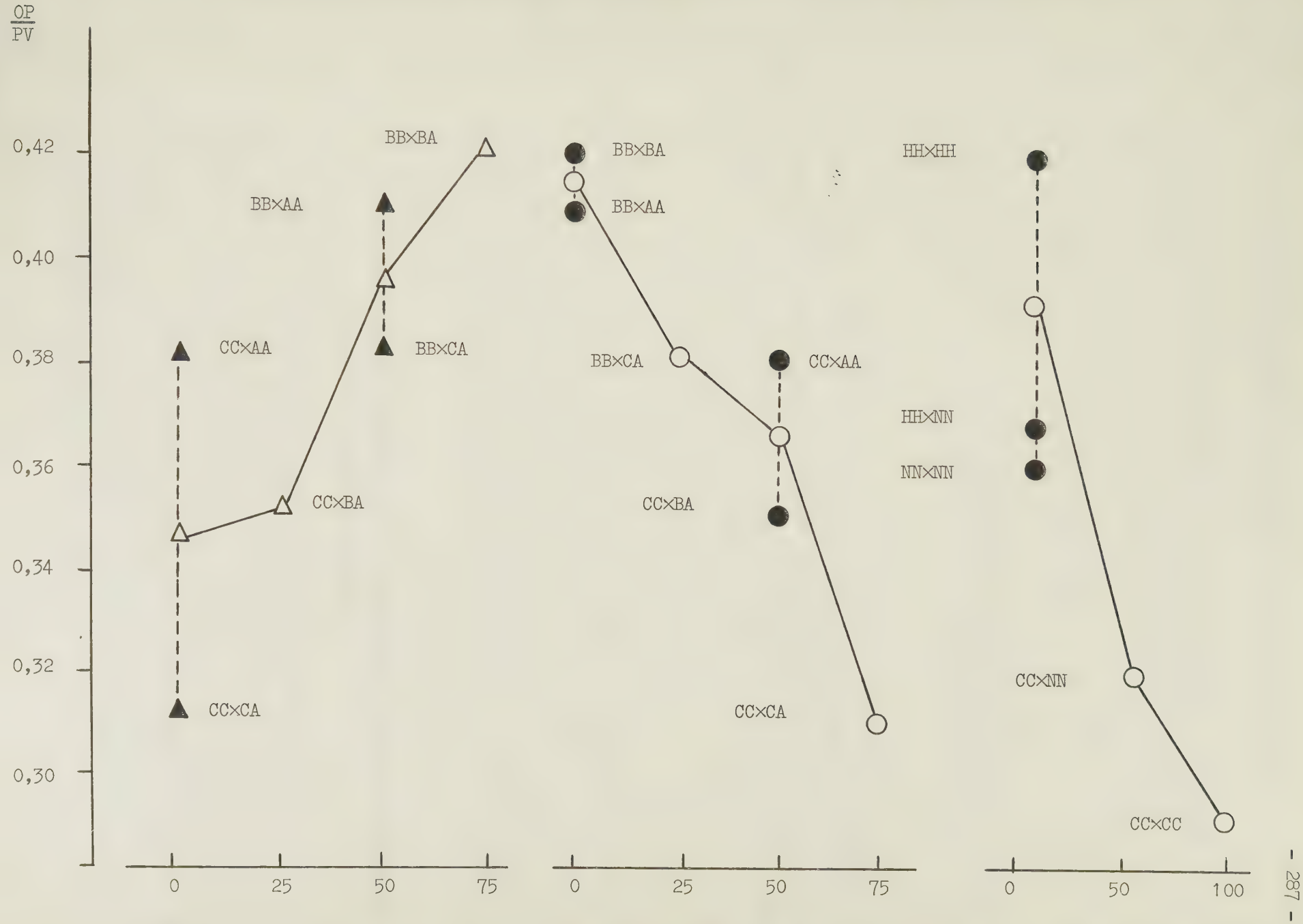
**** Note 1 = vêlages notés 1 et 2
Note 2 = vêlages notés 3 et 4

Dans le cas des valeurs moyennes, nous avons représenté graphiquement les variations d'ouverture pelvienne en fonction des 3 principaux critères zootechniques d'un type génétique à un autre. Nous remarquons nettement que l'augmentation de rendement et la diminution d'indice de consommation observées, de la race laitière vers la race à viande spécialisée en passant par la race mixte, s'accompagnent pour des poids assez comparables, d'une diminution régulière de l'ouverture pelvienne (figure 30). En ce qui concerne le pourcentage de muscle, ce critère ne semble pas lié à l'ouverture pelvienne lors du passage de la race Holstein à la race Normande ; il n'en va pas de même quand nous passons de cette dernière race vers la race Charolaise : l'accroissement de la musculature est lié à une réduction des dimensions du canal pelvien.

Les résultats relatifs à l'échantillon "Aubrac", sont beaucoup moins nets ; la réduction d'ouverture pelvienne, à poids donné, ne semble associée à un accroissement de la musculature (notamment du rendement) que lorsqu'augmente le pourcentage de gènes charolais. Il n'en va pas de même si nous étudions cette relation pour des animaux présentant une fréquence variable de gènes blonds d'Aquitaine (figure 31).


190
180
170
160
150
140
130
120
HH×HH
HH×H
HH×HH
HH×NN
HH×NN
HH×NN
NN×NN
NN×NN
NN×NN
XX×NN
CC×NN
CC×NN
CC×CC
CC×CC
CC×CC
Muscles (%)
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
Rendement (%)
50
51
52
53
54
55
56
Indice de consommation
7
8
9
10

VARIATION D'OUVERTURE PELVIENNE ENTRE RACES RUSTIQUES OU LAITIERES ET RACES A VIANDE



2.5. ESTIMATION PRECOCE DE L'APTITUDE AU VELAGE DES FEMELLES.

Cette estimation précoce pourrait être effectuée à 1 an, avant la puberté, et permettre une planification des accouplements de ces génisses en vue de réduire leurs troubles de parturition. On peut dans cette optique considérer :

1° - que les mesures d'ouverture pelvienne ou qui sont liées à cette ouverture sont une indication de la dite ouverture à 2 ans.

2° - que la forme et le poids de la génisse à 1 an reflète/nt en partie l'effet maternel d'une part, les actions additives des gènes qu'elle transmettra à son veau d'autre part.

Nous ne considèrerons pas dans cette partie l'information disponible précocement sur le reproducteur mâle, étant donné le nombre réduit de taureaux utilisés dans nos échantillons pour chaque race paternelle cela n'aurait pas beaucoup de sens ; quant à la préparation au vêlage nous ne disposions d'aucune indication précoce susceptible d'être utilisée dans une telle étude.

Nous avons envisagé successivement :

- les liaisons linéaires entre les mesures externes et internes du bassin des génisses prises à l'âge de 1 an et leurs conditions de vêlage.

- les différences qui se manifestent entre types génétiques à cet âge, par rapport à celles qui existent à 2 ans, avant et après vêlage d'une part, par rapport aux difficultés de vêlage d'autre part.

2.5.1. Liaisons linéaires entre l'aptitude au vêlage des génisses et les dimensions des femelles à 1 an.

Les coefficients de corrélation simple et partielle, à poids à 1 an constant, entre les mesures à cet âge et la note de conditions de vêlage ou les mesures homologues prises à 2 ans figurent sur les tableaux 116 et 117 pour les échantillons 1 et 2 respectivement. Nous avons par ailleurs estimé les coefficients de régression multiple et la part de variance expliquée par ces régressions pour les combinaisons de deux mensurations externes ou internes qui paraissaient, soit d'après l'étude bibliographique soit d'après les résultats des coefficients de corrélation simple , les plus intéressantes.

.../..

TABLEAU 116

EFFICACITE D'UNE PREDICTION PRECOCE DE L'APTITUDE AU VELAGE
ET DE SES COMPOSANTES MATERNELLES (coefficients de corrélation)
échantillon n° 1

MESURE A 1 AN	NOTE DE CONDITIONS DE VELAGE		MESURE HOMOLOGUE à 27 mois
	I	II	I
PV_1	- 0,10		+ 0,64*
TP_1	- 0,19	- 0,16	+ 0,62*
$LTro_1$	- 0,14	- 0,12	+ 0,28*
LB_1	- 0,14	- 0,11	+ 0,24
LH_1	- 0,13	- 0,11	+ 0,51*
$LBIM_1$	- 0,29*	- 0,27	+ 0,34*
HSP_1	- 0,26	- 0,24	- 0,11
OP_1	- 0,18	- 0,15	+ 0,21

* valeur significativement différente de 0 au seuil de P = 0,05

I coefficient de corrélation simple

II coefficient de corrélation partielle à poids vif à 1 an constant

TABLEAU 117

EFFICACITE D'UNE PREDICTION PRECOCE DE L'APTITUDE AU VELAGE ET DE SES COMPOSANTES MATERNELLES

(coefficients de corrélation- échantillon n° 2)

MESURE A 3 mois ½	NOTE DE CONDITIONSDE VELAGE		MESURE HOMOLOGUE A 27 MOIS	
	I	II	I	II
PV_1	+ 0,03		+ 0,74 +	
$LTro_1$	+ 0,17	+ 0,19	+ 0,56 +	+ 0,39 +
LB_1	+ 0,08	+ 0,07	+ 0,47 +	+ 0,39 +
LH_1	+ 0,07	+ 0,07	+ 0,62 +	+ 0,40 +
HG_1	- 0,08	- 0,12	+ 0,69 +	+ 0,58 +
$LBIM_1$	- 0,01	- 0,02	+ 0,14	+ 0,10
HSP_1	- 0,20	- 0,21 +	+ 0,20	+ 0,19
OP_1	- 0,12	- 0,14	+ 0,17	+ 0,15

\+ valeur significativement différente de 0 au seuil de P = 0,05

I coefficient de corrélation simple

II coefficient de corrélation partielle à poids vif à 1 an constant

Les coefficients de corrélation simple ou partielle ne sont en général pas significativement différents de 0 au seuil de 5 %. Les 2 mesures d'ouverture pelvienne dans le 1er échantillon, la hauteur sacro-pubienne seule dans le second sont les dimensions dont la réduction à 1 an affecte le plus les difficultés de vêlage des génisses. Dans le cas du 2ème échantillon seulement apparaît, à l'inverse, une liaison positive avec la largeur aux trochanters et à un degré moindre avec les autres mesures du bassin.

Ce résultat n'est pas étonnant si l'on se réfère aux corrélations obtenues entre les mesures à 2 ans et la note de conditions de vêlage - corrélations qui auraient même tendance à être plus faibles. Il s'explique par ailleurs en raison de la faible liaison existant entre les mesures de l'ouverture pelvienne à 1 an et 2 ans - cela peut être dû en grande partie à l'imprécision de la mesure car les coefficients de corrélation entre mesures externes homologues sont elles, au contraire des précédents, significativement différentes de 0. Une répétiion de ces mesures dans les conditions expérimentales de notre travail aurait permis de mieux préciser cette conclusion.

Les combinaisons de 2 variables envisagées permettent de contrôler au mieux lorsqu'elles portent sur des mensurations externes seules de 2 à 3 % des variations de la note de conditions de vêlage, lorsqu'elles associent une mensuration externe et une mensuration interne de 7 à 9 %. Dans le 1er cas c'est une combinaison de la largeur aux trochanters avec une mesure de format général et non avec une mesure des dimensions du bassin (LH, LB) qui semble donner les meilleurs résultats. Dans le 2ème cas, c'est cette même mesure de largeur externe associée avec la largeur bis-iliaque médiane pour le 1er échantillon, avec la hauteur sacro-pubienne pour le second qui fournit la meilleure prédiction de l'aptitude au vêlage des génisses (tableau 118).

2.5.2. Comparaisons des types génétiques à divers âges avec les conditions de vêlage à 2 ans.

Ces comparaisons qui portent sur les types génétiques maternels contrôlés à 1 an, 2 mois avant et après vêlage pour l'échantillon n° 1 et à 1 an et 15 jours après vêlage pour l'échantillon n° 2 ont déjà été présentées précédemment (tableaux 102, 103 et figures 26,27).

.../..

TABLEAU 115

PREDICTION DE LA NOTE DE CONDITION DE VELAGE A 2 ANS A PARTIR DE COMBINAISONS DE 2 MESURES PRISES A 1 AN (équations de régression à 2 variables)

I			II			III			ECHANTILLON n° 1*		ECHANTILLON n° 2*	
PV_1	HG_1	TP_1	LH_1	LB_1	$LTro_1$	HSP_1	$LBIM_1$	OP_1	R	R^2(%)	R	R^2(%)
									0,16	2,56	0,19	3,61
											0,21	4,41
									0,19	3,61		
									0,26	6,76	0,21	4,41
									0,29	8,41	0,04	0,16
									0,18	3,24	0,14	1,96
									0,28	7,84		
									0,30	9,00		
									0,22	4,84		
									0,27	7,29	0,25	6,25
									0,30	9,00	0,18	3,24
									0,20	4,00	0,22	4,84
									0,16	2,56	0,17	2,89
									0,15	2,25	0,18	3,24

I mesures de format

II mesures externes du bassin

III mesures internes du bassin

* aucune valeur n'est significativement différente de 0 au seuil de P = 0,05

Une remarque générale s'impose d'abord : la variabilité entre types génétiques maternels telle qu'elle ressort de l'examen des valeurs de F ou des points représentatifs des estimées de moindres carrés tend à diminuer de 1 an à 2 ans pour les mesures corporelles externes dans le cas du 1er échantillon, c'est le contraire pour le 2ème échantillon. En ce qui concerne les mesures de l'ouverture pelvienne, la variabilité génétique est supérieure en fin de gestation par rapport à ce qu'on observe à 1 an (échantillon Aubrac). Après vêlage, elle est par contre nettement plus réduite qu'aux 2 stades précédents (échantillon Aubrac et Gascon), les différences entre types génétiques n'atteignant en fait jamais le seuil de signification de 5 %.

Sur un plan plus analytique, outre les variations importantes d'amplitude des différences entre types génétiques, le classement de ces derniers change peu en ce qui concerne les mesures externes du 1er échantillon : les différences de forme du bassin entre les 3 catégories sont aussi notables à 1 an qu'à 2 ans. Pour les mesures internes, par contre, la réduction (relative) d'ouverture pelvienne des génisses croisées charolaises par rapport à leur format général est plus nette à 1 an (et après le vêlage)/où elles ne se différencient des croisées blondes qu'en fin de gestation. Dans le cas du 2ème échantillon, les résultats apparaissent moins clairement.

Les différences de morphologie externe décelables à 2 ans apparaissent également à 1 an, entre ces 2 âges la supériorité des femelles croisées, notamment charolaises, semble s'accentuer (augmentation de l'effet d'hétérosis). Quant aux dimensions de l'ouverture pelvienne, les valeurs plus élevées obtenues pour les génisses blondes ou croisées blondes à l'âge de 1 an par rapport aux charolaises ne se retrouvent plus après le vêlage, les femelles croisées charolaises ont alors un bassin plus ouvert. Cela explique le résultat. Le classement obtenu à 1 an sur l'ouverture pelvienne s'oppose très nettement à celui relatif à la largeur aux trochanters traduisant ainsi le déséquilibre morphologique qui se manifeste entre ces divers types génétiques en liaison avec la musculature et la race paternelle. Cette opposition est moins caractérisée à 2 ans : les femelles croisées charolaises ont à cet âge les dimensions les plus élevées quelles que soient les mesures considérées.

.../..

Ces observations nous ont conduit à penser qu'un rapport entre l'ouverture pelvienne d'une part, la largeur aux trochanters ou le poids mesurés à l'âge de 1 an pourraient caractériser précocement l'aptitude morphologique au vêlage et permettre à cet égard une comparaison des races. Une analyse des données obtenues à 1 an sur les animaux issus de ces 2 échantillons de génisses (échantillon n° 3) ainsi que sur les taurillons de l'échantillon complémentaire a été publiée par ailleurs par nous-même : ABDALLAH et al. (1971). Nous ne présenterons pas ici les résultats de cette étude.

3 - D I S C U S S I O N

3.1. - VARIATION GLOBALE DES CONDITIONS DE VELAGE ENTRE LES ECHANTILLONS

Il convient d'abord de remarquer la fréquence élevée des troubles de parturition enregistrés pour nos 2 échantillons de femelles(29,8% de césariennes dans le premier et 13,8% pour le second); aucune étude ne semble avoir porté jusqu'ici sur un lot d'animaux dont les vêlages étaient aussi perturbés. Cela tient à des risques que nous avons pris sciemment (vêlage à 2 ans, emploi de taureaux culards sélectionnés d'après le potentiel de croissance pondérale de leurs veaux) dans le but d'obtenir sur nos échantillons d'effectifs très limités une expressivité maximum des différences d'aptitude au vêlage.

Les différences de fréquence de vêlages difficiles entre les 2 lots proviennent en grande partie des différences d'âge au vêlage (3 mois environ). En fait malgré cet écart les génisses des 2 échantillons avaient à la mise bas un poids et une ouverture pelvienne tout à fait comparables : ceci était dû aux conditions d'élevage plus médiocres des femelles gasconnes. Ces dernières étaient en outre plus mal préparées à la mise-bas tant au niveau de la vulve (41 % de cas défavorables de relâchement des lèvres contre 21 % pour le 1er échantillon) qu'à celui du canal pelvien (59 % de cas défavorables de relâchement des ligaments sacro-sciatiques contre 34 % pour les génisses du 1er échantillon). C'est donc essentiellement en raison d'un poids plus faible des veaux que la fréquence des césariennes et vêlages difficiles(37,5 kg) était plus faible dans le 2ème échantillon. Ce résultat est lié peut-être à une réduction plus élevée du niveau énergétique de la ration en fin de gestation mais surtout au choix de taureaux (races paternelles) dont l'index sur descendance pour le poids à la naissance était plus faible dans l'échantillon "gascon" que dans l'échantillon "Aubrac". Les troubles de parturition avaient été jugés trop élevés dans ce dernier échantillon pour lequel les observations avaient commencé un an plutôt. A titre indicatif les différences d'index génotypique pour le poids à la naissance étaient de 2 points en faveur des 4 taureaux utilisés dans l'échantillon n° 1. Cette précaution aurait donc été efficace et fournirait une preuve expérimentale de la possibilité de réduire les difficultés de vêlage en diminuant le poids à la naissance des veaux par un choix judicieux des taureaux.

.../..

3.2. - DIFFERENCES ENTRE VEAUX MALES ET FEMELLES.

Le fait que les veaux mâles naissent plus difficilement que les veaux femelles ressort de toutes les recherches antérieures (tableau 28). Cette influence du sexe sur les conditions de vêlage est significative dans nos 2 échantillons de femelles (tableaux 81, 82 et 83). Les différences entre sexes au niveau des critères analytiques relatifs à la préparation du vêlage, au vêlage lui-même ou à ses suites sont difficiles à apprécier en l'absence de test de signification : on notera seulement, ce qui est logique, que la fréquence des cas défavorables est plus élevée chez les veaux mâles dans le cas des critères exprimant la résistance à l'expulsion au niveau de la vulve, à celui du canal pelvien. On ne trouve pas dans la littérature d'observations analytiques comparables.

Les différences de poids des veaux à la naissance (4,2 kg pour le 2ème échantillon, 3,2 kg pour le premier) expliquent, pour l'essentiel, les écarts de fréquence des naissances difficiles entre veaux mâles et femelles. Ces différences sont comparables à celles signalées par les divers auteurs dans le cas de races de grand format et de forte musculature tout au moins (Charolais, Simmental). Bien que plus important dans le 2ème échantillon, l'écart de poids lié au sexe a une influence plus grande sur les difficultés de vêlage dans le 1er échantillon où ces dernières sont plus fréquentes et où l'on se situe plus près du seuil pour lequel les variations de poids engendrent le déséquilibre morphologique foeto-maternel.

Sur le plan de la morphologie les difficultés de naissance des veaux mâles proviennent surtout de l'épaisseur supérieure de leurs os et du développement plus accentué de leur avant train (mesure circulaire au niveau des épaules) : ces caractéristiques du dimorphisme sexuel sont bien connues. Les risques que font courir ces difficultés dans les situations extrêmes en ce qui concerne la viabilité des veaux sont atténués dans un sens, car l'appréciation de la résistance au niveau des épaules ou de la tête peut conduire à décider de faire une césarienne. Dans le cas où cette résistance se manifesterait au niveau de l'arrière train, seule l'embryotomie pourrait être envisagée pour conclure le vêlage.

.../..

3.3. - DIFFERENCES ENTRE TYPES GENETIQUES.

Ces différences sont en général très marquées bien que n'atteignant souvent pas (tableau 83), en raison du nombre d'animaux limité, le seuil de signification de 5 %. De façon générale, elles traduisent tant au niveau global que quand on considère leurs composantes : anatomie et comportement à la mise-bas, une augmentation des difficultés de vêlage avec l'accroissement de musculature de la mère ou du veau : des races rustiques vers les races à viande, de la race Blonde d'Aquitaine vers la race Charolaise (tableaux 87, 88). Les conclusions de notre étude confirment donc les résultats des travaux antérieurs (belges et français notamment) sur les répercussions défavorables du caractère culard vis-à-vis des troubles de parturition, que ce caractère se manifeste chez le veau, chez le père ou chez la mère. Elles tendraient même à étendre la portée de ces résultats au niveau des effets généraux de la musculature et non seulement de l'hypertrophie de cette musculature d'une race à une autre. Nous analyserons et discuterons en considérant successivement les résultats précédents suivant qu'ils concernent :

- l'incidence du comportement à la mise-bas
- celui des facteurs morphologiques

3.3.1. Comportement à la mise bas.

L'effet direct en général défavorable du taureau charolais par rapport au blond d'Aquitaine, quel que soit le type génétique des femelles et ce pour la quasi totalité des critères appréciés, est difficile à concevoir. Sans doute, pour ceux directement liés aux phénomènes mécaniques d'expulsion, est-il logique d'invoquer, comme pour le sexe, l'incidence des dimensions du veau. Il reste néanmoins que pour d'autres critères cette explication ne peut être retenue (préparation mammaire, relâchement des ligaments sacro-sciatiques par exemple): on est alors conduit à penser à une action du foetus sur la préparation de la femelle à la mise-bas. OSINGA (1970) a précisément montré que l'accouplement de femelles Pie-Noirs à un taureau Charolais et non à un Pie-Noir entraînait une diminution du taux d'excrétion des oestrogènes à partir du 260ème jour de gestation. Cet auteur conclut que la fréquence plus élevée de naissances difficiles liées à l'emploi de taureaux charolais est due à l'action combinée de l'accroissement de poids à la naissance et de la diminution du taux d'oestrogènes excrétés.

.../..

En ce qui concerne la phase post-partum, la diminution de vigueur des veaux issus de taureaux charolais et d'instinct maternel des femelles qui leur ont donné naissance (échantillon n° 1) est probablement une conséquence de la fréquence plus élevée de césariennes et de naissancesdifficiles de ces veaux : le choc subi à cette occasion tant par la mère (césarienne) que par le veau (extraction forcée) a eu évidemment des répercussions importantes sur leur comportement pendant la 1ère heure qui suit la mise-bas période au cours de laquelle étaient observés les 2 critères considérés. Il est néanmoins curieux de constater que ce phénomène ne se manifeste pas quand on compare les naissance des veaux mâles et femelles notés aussi vigoureux et dont les mères avaient un instinct maternel équivalent.

Les différences de préparation au vêlage entre types génétiques maternels devraient être reliées de façon plus évidente que dans le cas des races paternelles à des fluctuations dans la production d'oestrogènes du placenta en fin de gestation. Le fait que les signes de préparation vulvaire apparaissant 2 à 3 semaines avant la mise-bas soient en moyenne plus précoces et plus accusés en race Charolaise qu'en race Blonde d'Aquitaine (Aubrac ou Gasconne), que, par contre, les phénomènes qui précèdent directement le vêlage soient moins apparents dans la première race pourraient s'expliquer pai la forme de la courbe l'évolution de l'excrétion des oestrogènes en fin de gestation dans chacune de ces races. OSINGA (1970) enregistre effectivement une insuffisance d'oestrogènes chez les animaux présentant une mauvaise préparation du canal pelvien et vêlant difficilement. Nous ne possédons malheureusement aucune indication précise à ce sujet pour les races en cause. On peut également penser que les différences de comportement au vêlage sont en partie liées dans nos échantillons à des différences de maturité sexuelle: une fraction importante des femelles a été fécondée après un déclenchement artificiel de l'ovulation, la puberté étant apparue tardivement en particulier pour le 2ème échantillon (voir ci-dessus). RICE (1969) a déjà signalé la fréquence des cas (55 %) de constriction vaginale et d'atrésie vulvaire dans un échantillon de génisses Angus vêlant à environ 21 mois. Les recherches effectuées par ailleurs sur la fertilité et l'aptitude au vêlage des femelles culardes : DEGHILAGE (1911); DERIVAUX et al, 1964 ; VISSAC et al (1971) montrent que retard de puberté et insuffisance de préparation au vêlage, que ce soit au niveau de la vulve, de la mamelle, des ligaments sacro-sciatiques sont liés chez les animaux à musculature hypertrophiée et constituent probablement des manifestations d'une insuffisance générale de production d'oestrogènes de la part de ces animaux. En fait, l'examen

des résultats de précocité sexuelle dans divers types génétiques considérés dans cette expérience (LEROYER ,1970) fait apparaître un important retard à la puberté des femelles blondes d'Aquitaine par rapport aux charolaises et aux gasconnes, les 3 types génétiques du 1er échantillon n'étant pas différents entre eux (tableau 112). La liaison entre la musculature des types génétiques, l'apparition de la sexualité et le comportement maternel doivent être en définitive approfondis sur le plan endocrinologique depuis le sevrage jusqu'au premier vêlage des génisses. Une telle recherche pourrait peut-être conduire à la mise au point de traitements hormonaux facilitant la préparation de la femelle au terme normal de la parturition sinon, comme cela a pu être envisagé dans les races (Angus, Holstein) à durées de gestation plus courte que celles de la charolaise ou de la blonde d'Aquitaine, une ou 2 semaines plus tôt.

3.3.2. Déséquilibre morphologique foeto-maternel.

Une première conclusion ressort de l'examen des données morphologiques : la fréquence des difficultés de vêlage d'un type génétique à un autre ne peut s'interpéter dans le cadre de cet essai, même de façon approximative, par le rapport du poids des veaux à la naissance (P_0) au poids des génisses au vêlage (PV_2) comme le suggère MONTEIRO,(1969)dans le cas de races laitières de taille variable et à musculature peu développée. Le coefficient de corrélation entre ces valeurs moyennes par type génétique est de + 0,29 pour 15 degrés de liberté contre + 0,88 dans le cas de l'étude de MONTEIRO (1969) pour des critères équivalents. La note de conditions de vêlage relative aux femelles charolaises ou croisées charolaises des 2 échantillons,quelle que soit la race paternelle utilisée, apparaît systématiquement supérieure. Par contre la relation entre les 2 critères considérés paraît acceptable si on analyse séparément : les femelles charolaises et croisées charolaises d'une part, les autres types génétiques d'autre part (r = 0,84 pour 14 degrés de liberté à l'intérieur de ces 2 groupes).

On est donc conduit à penser soit que les 2 variables utilisées ne traduisent pas exactement le déséquilibre morphologique foeto-maternel, soit que le comportement maternel défavorable des femelles charolaises explique à lui seul ce phénomène. Pour vérifier cela nous avons calculé la corrélation entre la note de conditions de vêlage et le rapport $\frac{P_0}{0P_1}$ qui, au contraire du précédent, tient

.../..

compte des différences génétiques susceptibles d'intervenir au niveau de la femelle dans l'importance et la forme de son squelette : NIELSEN, 1965 ; MOINE, 1967 ; VISSAC, 1968 ; REGIS, 1969 ; BELLOWS et al, 1969 ; RICE, 1969. Nous avons considéré dans ce rapport l'ouverture pelvienne à 1 an (OP_1) et non à 2 ans (OP_2), les conditions de mesure n'étant pas homogènes d'un échantillon à l'autre dans ce 2ème cas. La liaison obtenue, loin d'être aussi satisfaisante que celle de MONTEIRO, 1969, ($r = 0,54$) montre néanmoins par rapport à la précédente l'incidence des variations génétiques de morphologie des mères sur l'aptitude au vêlage.

Les variations génétiques de morphologie qui interviennent dans le cas de notre étude et que nous avons essayé d'analyser apparaissent complexes ; leur analyse soulève de nombreuses questions.

3.3.2.1. Actions génétiques non additives.

Bien que nous n'ayons pu estimer l'importance des actions non additives intervenant sur le format du veau, il est vraisemblable qu'elles se sont manifestées sur notre échantillon, dans des proportions comparables à celles indiquées dans la littérature (tableau 38) : 5 à 10 % du poids à la naissance. On pourrait penser que cet accroissement a correspondu à une augmentation de la fréquence des difficultés de vêlage d'autant plus grand que l'on avait à faire à des femelles de races rustiques pures. Ces dernières, ne manifestant pas elles-mêmes de supplément de taille lié à l'hétérosis, sont en outre génétiquement plus différentes des races paternelles (BB, CC) utilisées que les femelles croisées (BR, CR). Il est toutefois curieux de constater que, dans la littérature, cet hétérosis sur le poids à la naissance agit peu sur les difficultés de naissance des veaux croisés : ces dernières sont comparables (SAGEBIEL, 1969 ; WILTBANK, 1964) voire moins fréquentes (MONTEIRO) que celles des veaux de race pure. Les actions non additives des gènes influent-elles sur la morphologie du veau, dans un sens favorable au vêlage ? La vigueur supérieure du veau croisé se manifeste-t-elle lors de l'expulsion du foetus dans les cas de faible difficulté tout au moins ?

Les résultats relatifs aux actions non additives intervenant sur les mesures des mères et sur l'effet utérin n'apparaissent dans aucun travail bibliographique. Il est intéressant là aussi de noter dans notre travail, un hétérosis favorable des femelles croisées sur leur aptitude au vêlage.

.../..

3.3.2.2. Evolution de la race rustique vers la race à viande.

Il convient d'abord de noter que cette évolution des femelles rustiques vers les femelles à viande, indépendamment de l'effet de la race paternelle, diffère d'une expérience à l'autre, ce qui est logique compte tenu des écarts de format et de musculature entre l'Aubrac et la Gasconne. Cette dernière se rapproche beaucoup plus à cet égard sur le plan de la croissance des deux races à viande considérées, il est donc logique qu'il y ait peu de différence, indépendamment de l'hétérosis, entre les femelles gasconnes, F_1, et les femelles de races à viande du point de vue des dimensions du bassin et du poids du veau. Dans le cas de l'Aubrac, par contre, l'accroissement de poids des veaux, proportionnellement plus élevé que celui des dimensions du bassin chez les femelles croisées, explique en partie l'augmentation des difficultés de vêlage.

Compte tenu des observations effectuées sur les variations entre races de degrés musculaires différents : (tableau 49) ; et types morphologiques : culard et normal (tableaux 47 et 48) on aurait pu s'attendre dans ces comparaisons à des phénomènes plus nets que ceux que nous observons (réduction de l'ouverture pelvienne accroissement du poids à la naissance de la compacité des veaux avec l'accroissement de musculature et indépendamment du format). Cela provient en grande partie du comportement très différent des 2 races à viande considérées tant en ce qui concerne leurs effets maternels que du point de vue de leurs effets directs sur la croissance du veau.

3.3.2.3. Comparaison des races Charolaise et Blonde d'Aquitaine.

C'est à ce niveau que se manifestent les principales différences génétiques d'aptitude au vêlage. De la race Blonde d'Aquitaine vers la race Charolaise on observe des changements comparables à ceux que les auteurs belges et français associent à l'accroissement de musculature :

- augmentation du poids à la naissance et notamment des dimensions transversales des veaux (les os sont par contre plus épais chez les croisés charolais)

- réduction de l'ouverture pelvienne des mères particulièrement accentuée dans l'essai Aubrac.

.../..

Cette dernière observation doit être rapprochée du fait que, dans cet essai, les taureaux charolais pères des femelles, étaient pour moitié des culards pour moitié des normaux ; que leurs homologues blonds, par contre, présentaient tous le caractère culard.

Il apparaitrait donc, en définitive, que les variations d'aptitude au vêlage entre races dépendent outre de la musculature des races, de leur morphologie et, en particulier, de l'épaisseur de leurs os et de leur compacité.

D'une façon synthétique, on est conduit à se demander, vis-à-vis des schémas de croisement utilisés, quelle est du point de vue de l'aptitude au vêlage la meilleure stratégie d'utilisation des 2 races à viande suivant les 3 situations envisageables :

- croisement de 1ère génération .
- croisement à double étage .
- croisement d'absorption .

Ces situations ont été présentées ci-dessus (p. 168 et suivantes) avec, dans le cas des 2 premières, la constitution génétique des populations femelles qu'elles comportent.

Pour répondre simplement à cette question avec les résultats dont nous disposons nous avons recherché dans chaque situation le poids moyen de naissance des veaux ainsi que la note moyenne de conditions de vêlage. Nous avons défini pour ces calculs les poids et note de conditions de vêlage relatifs à un veau issu d'une femelle d'un type génétique donné et d'un taureau d'une race donnée à partir des estimées de moindres carrés des tableaux 84 (note de condition de vêlage) et 99,100 (poids à la naissance). Nous considérerons que l'objectif du point de vue de l'aptitude au vêlage est la recherche d'un poids moyen maximum à la naissance pour une note moyenne de conditions de vêlage inférieure à une limite fixée a priori, fonction du système d'exploitation (grands ou petits troupeaux, conduite en liberté ou en stabulation). Un tel objectif n'est pas aberrant en soit dans la mesure où l'on sait qu'il y a peu de possibilités de modifier la forme de la courbe de croissance des bovins et que ces animaux sont en général commercialisés à un âge fixé. Dans ces conditions, le poids à la naissance du veau déterminerait son poids de vente.

.../..

Les résultats des comparaisons effectués sont rassemblés sur le tableau 119 Nous avons adopté pour ces calculs les conventions ou fait les hypothèses suivantes :

- Les valeurs relatives aux races Aubrac et Gasconne conduites en race pure ont été prises en fonction de résultats collectés en ferme puisque nous ne disposions pas du témoin correspondant dans notre essai.

- Pour le croisement de 1ère génération nous avons supposé que 38 % des femelles de races rustiques étaient conduites en race pure, 62 % en croisement. Ces proportions correspondent à une situation de renouvellement avec une faible sélection des femelles de race pure des 2 groupes. Pour le croisement doublé nous avons adopté dans le même esprit les proportions suivantes : 14 %, 30 % et 56 % respectivement pour les femelles de race rustique conduites en race pure, celles conduites en vue du 1er croisement, et pour les femelles croisées soumises au 2ème croisement.

- La situation de croisement alternatif a été définie, en première approximation, par la moyenne des performances des croisements réciproques : blond d'Aquitaine × charolais.

Bien que ces résultats se rapportent seulement à des génisses, on peut supposer que la proportion de primipares reste la même dans chaque stratégie et extrapoler, en valeur relative, les résultats obtenus à une population réelle comprenant une proportion fixe de femelles de chaque classe d'âge.

Pour interpréter sommairement les résultats du tableau 119 , nous considèrerons 2 situations :

a/ on ne fixe aucune limite aux difficultés de vêlage des génisses. Cette situation est celle des femelles au delà du 2ème vêlage : il n'y a pratiquement plus alors de difficultés de vêlage dans le cas des types génétiques et des croisements considérés

b/ on se fixe une limite arbitraire .2,13 par exemple qui correspond à environ 15 % de césariennes et 10 % de vêlages difficiles. Cette situation est en général acceptable pour les génisses dans des exploitations françaises de taille moyenne où les vêlages sont surveillés par l'éleveur.

.../..

TABLEAU 119

POIDS MOYEN A LA NAISSANCE ET NOTE MOYENNE DE CONDITION DE VELAGE POUR DIVERSES STRATEGIES DE CROISEMENT ENTRE RACES RUSTIQUES ET RACES A VIANDE

TYPE DE STRATEGIE		RACE PATERNELLE UTILISEE DANS LA		ECHANTILLON n° 1 (AUBRAC)		ECHANTILLON n° 2 (GASCON)	
		1ère GENERATION	2ème GENERATION	POIDS A LA NAISSANCE*	NOTE DE CONDITIONS DE VELAGE**	POIDS A LA NAISSANCE*	NOTE DE CONDITION DE VELAGE **
RACE RUSTIQUE (AA) ou (GG)				37,0	1,50	36,1	1,70
CROISEMENT	Simple	BB	--	36,9	1,71	35,9	1,87
	Double	BB	BB	37,7	1,82	37,0	1,75
			CC	38,2	2,13	38,1	2,09
	Simple	CC	--	37,3	2,04	37,1	2,25
	Double	CC	BB	39,0	2,41	37,4	2,14
			CC	39,4	2,71	38,5	2,47
	d'absorption	BB				34,6	2,41
		CC				38,6	2,93
	Alternatif	BB (ou CC)	CC (ou BB)			36,5	2,41

* kg

** notation allant de 1 (sans assistance) à 4 (intervention chirurgicale)

La 1ère situation fait ressortir l'intérêt de la race Charolaise en croisement d'absorption (échantillon n° 2) ou en croisement double (1er et 2ème croisement) avec des taureaux de cette race : échantillons 1 et 2. La 2ème situation par contre élimine en général les taureaux de cette race. Les meilleurs résultats sont obtenus dans les deux échantillons lorsqu'on pratique un croisement double comportant l'emploi de taureaux blond d'Aquitaine au 1er niveau et de taureaux charolais au 2ème niveau.

3.4. - LIAISONS INDIVIDUELLES ENTRE L'APTITUDE AU VELAGE ET SES COMPOSANTES.

3.4.1. Au vêlage.

Nos résultats diffèrent légèrement de ceux obtenus précédemment : les coefficients de corrélation entre la note de conditions de vêlage et le poids à la naissance sont en moyenne équivalents à ceux du tableau 58, correspondant à des échantillons conduits en race pure. Or on aurait pu s'attendre dans notre travail à des valeurs plus élevées compte tenu de l'utilisation de deux races paternelles entraînant des différences importantes dans le poids à la naissance des veaux. Par contre si les coefficients de corrélation entre la note subjective et l'ouverture pelvienne ou ses composantes sont aussi négatives elles sont plus faibles que celles publiées par les auteurs (tableau 59) précédents. Par contre, nous ne trouvons pas, comme MONTEIRO (1969), de corrélation positive entre le poids de la femelle et son aptitude au vêlage ; les résultats que nous obtenons à ce sujet oscillent autour de 0. D'une façon générale la part de variance des difficultés de vêlage estimée par le poids du veau et l'ouverture pelvienne de la mère est légèrement supérieure à celle indiquée par les précédents auteurs (pp.152) pour le 1er échantillon : 53 %, notoirement inférieur par contre pour le 2ème échantillon : 23 %, où l'incidence des phénomènes de préparation au vêlage semblait plus grande. Cette remarque coïncide d'ailleurs avec les conclusions de : WILTBANK et BONNOT qui, comme nous l'avons déjà indiqué, trouvent que l'incidence des variations liées au comportement est plus importante que celle de la morphologie chez des génisses vêlant naturellement à 2 ans par rapport à celles vêlant à 3 ans. Cela a pu intervenir d'autant plus dans le cas de nos échantillons où l'ovulation avait été provoquée sur une fraction non négligeable de génisses impubères à 15 mois; les phénomènes de préparation au vêlage semblent somme toute avoir une incidence plus

.../..

grande sur les difficultés de vêlage que les mesures d'ouverture pelvienne, REGIS, 1969 ; COUTEAUDIER, 1970 ; RICE, 1969. Leur appréciation, subjective, varie en fait suivant les auteurs et concerne soit une note générale englobant la préparation de la femelle au niveau de la vulve, de la mamelle, ou des ligaments, soit, pour les deux derniers auteurs, la "durée du travail" : il est, en fait, difficile de séparer cette durée des difficultés d'expulsion proprement dites. Nos résultats personnels (tableau 86) apportent à cet égard une contribution originale à la recherche de critères d'appréciation de la préparation liés aux difficultés de vêlage : les critères relatifs à la vulve paraissent sans intérêt, par contre le relâchement des ligaments sacro-sciatiques, la préparation mammaire et l'intervalle de temps qui sépare les premiers efforts expulsifs de l'éclatement du sac amniotique ainsi que l'intensité de ces efforts sont les plus liés aux difficultés de vêlage. Des mesures objectives seraient évidemment fort utiles pour rendre efficace une sélection dans ce sens.

Aucune étude n'a été consacrée jusqu'ici à la forme des liaisons entre la note de conditionsde vêlage d'une part, le poids du veau et l'ouverture pelvienne de la mère d'autre part. Toutefois, les résultats de RICE (1969) et WILTBANK (1964) (tableau 66) semblent indiquer que l'augmentation du pourcentage de vêlages difficiles n'est pas constante d'une classe d'ouverture pelvienne à l'autre. Plus récemment, BONNOT (1971) a trouvé un résultat équivalent en race Charolaise : les seuils qui apparaissent dans cette étude pour le poids à la naissance et l'ouverture pelvienne sont comparables à ceux que nous obtenons ici.

3.4.2. A la puberté.

En ce qui concerne la possibilité de prédire précocement l'aptitude au vêlage, si l'intérêt de la mesure d'ouverture pelvienne est aussi limité à 1 an qu'à 2 ans, le coefficient de corrélation entre les conditions de vêlage et cette mesure ne diminue pas de 2 ans à 1 an comme c'est le cas dans les travaux de REGIS, 1969,et RICE, 1969. Il ne semble pas qu'on doive s'attendre à une grande efficacité de cette sélection précoce, qui pourrait néanmoins présenter un intérêt dans des situations extrêmes (élimination des très mauvaix ou choix des tout meilleurs) et notamment si on pouvait l'appliquer directement sur les mâles pour lesquels un taux de sélection élevé peut être envisagé.

.../..

Si nous n'avons pas étudié l'effet d'une sélection précoce sur le poids à la naissance à partir des renseignements disponibles sur les parents, nous avons montré expérimentalement l'intérêt du choix des mâles sur index de descendance : ce choix serait le facteur essentiel expliquant, par une réduction de poids des veaux, la diminution du taux de vêlages difficiles de l'échantillon n° 1 à l'échantillon n° 2. Pourtant RICE (1969), en ne considérant il est vrai que les poids individuels de la mère et du père et non l'index sur descendance de ce dernier, connu avec précision en France dans le cas des taureaux d'insémination, a montré que ces 2 critères expliquaient moins de 10 % de la variance des difficultés de vêlage.

Dans la mesure où les conditions de préparation au vêlage sont liées à des équilibres hormonaux et fonction des manifestations primaires de la sexualité, il est peut-être possible d'envisager l'emploi de critères précoces de sélection. On remarquera d'abord qu'elles sont conformes, aux résultats bibliographiques (tableau 36) en ce qui concerne les races paternelles: la race Charolaise entraîne une fréquence plus élevée de vêlages difficiles (+ 8,63 %) que la Blonde d'Aquitaine et toutes les autres races auxquelles elle a été comparée. On ne dispose d'aucun renseignement sur l'aptitude au vêlage comparée de ces races utilisées comme races maternelles, ni d'ailleurs sur celle des races Aubrac et Gasconne.

4 - C O N C L U S I O N

La sélection animale pose des problèmes relativement plus simples lorsqu'elle concerne de façon primaire un caractère particulier que l'on cherche à maximiser : production laitière, production d'oeufs, production de laine. La production de viande dont l'unité biologique de base est le couple mère-petit dépend, elle, d'un nombre de caractères essentiels plus élevé ; pour beaucoup de caractères on ne recherche pas un maximum mais un équilibre entre certaines portentialités de la mère et les besoins de son petit. L'aptitude au vêlage, étudiée ici, de même que la croissance du veau pendant la phase d'allaitement, figurent au nombre de ces caractères.

.../..

Si la sélection naturelle à l'intérieur des races a été suffisante jusqu'ici pour maintenir l'équilibre souhaitable entre les caractères complémentaires, les formes modernes d'exploitation des animaux et, en particulier, la pratique du croisement entre races de taille et de morphologie différentes, créent des situations extrêmes que nous n'avions pas connues jusqu'ici et qui requièrent l'application de méthodes de sélection particulières. Les méthodes mathématiques que nous utilisons pour changer des caractères ou combinaisons de caractères dans une direction donnée sont mal adaptées à l'étude de caractères pour lesquels on recherche une valeur optimum fonction de la combinaison envisagée entre types génétiques paternel et maternel. Des effets cumulatifs se superposent en outre à des effets de seuil dans les variations de tels caractères.

En ce qui concerne l'aptitude au vêlage, si l'on commence à mesurer leur importance globale pour tel ou tel type de croisement pratique, peu d'expériences analogues à celle que nous avons entreprise permettent d'analyser la part des actions additives et non additives des gènes sur les effets direct et maternel. Une telle analyse serait fondamentale pour prévoir les risques liés à l'application des schémas de croisement qui vont se développer à l'avenir compte tenu de leur intérêt sur la plupart des critères zootechniques. L'hétérosis ne semble pas, dans l'ensemble, entraîner de réduction de l'aptitude au vêlage, qu'il concerne l'effet direct ou l'effet maternel. Quant aux variations additives entre races, l'impression générale de diminution de l'aptitude au vêlage lorsque la musculature augmente, tant sous l'angle du comportement que sous celui de l'anatomie, concerne surtout l'emploi de la race Charolaise. A musculature équivalente, les difficultés de vêlage sont moins fréquentes en race Blonde d'Aquitaine tant au niveau de l'effet direct qu'à celui de l'effet maternel. Les variations anatomiques liées notamment à la compacité (largeur par rapport à longueur) des os longs semblent avoir une incidence importante sur les variations génétiques entre races, qu'il serait utile d'approfondir. Les expériences de croisement entre races de type factoriel entreprises notamment à Bourges et à Carmaux vont permettre d'analyser de façon plus complète les relations génétiques entre les caractères morphologiques ou non intervenant dans l'aptitude au vêlage.

Sur le plan de l'application pratique, si comme cela semble théoriquement souhaitable ou veut bénéficier au maximum des avantages du croisement sur le plan de la productivité (hétérosis, combinaison de races à aptitudes complémentaires), des animaux de race rustique, on sera de plus en plus limité par les

.../..

dimensions de la filière pelvienne, mais dans des proportions différentes suivant que l'on a affaire à des génisses ou à des vaches adultes. L'emploi de taureaux charolais en croisement double (1er et 2ème croisement) semble être pour ces dernières la solution fournissant sans difficulté de vêlage le poids maximum de veau à la naissance et indirectement le poids maximum à un âge donné, compte tenu des relations étroites existant entre les poids à divers âges. Dans le cas des génisses vêlant à 2 ans un double croisement comportant l'emploi de taureaux blonds au 1er stade, charolais au second est indispensable si l'on ne veut pas dépasser une limite de 10 % de césariennes. Seule la race blonde pourra être utilisé en croisement dans le cas où cette limite paraîtrait encore trop élevée. De toutes façons, il est incontestable, tant que l'obtention systématique de jumeaux ne peut être envisagée, que les dimensions de la filière pelvienne constituent une des limites à l'accroissement de la productivité de la vache pour la production de viande : l'exploitation maximum de ces dimensions conduit donc à l'emploi de races paternelles à viande en croisements différents suivant que l'on considère les génisses ou les vaches. On peut de ce fait penser à la mise en place de schémas de croisement dans lesquels les femelles de renouvellement seraient fournies par les génisses et les vaches au 2ème veau : ces femelles doivent avoir en effet une taille réduite (et des besoins d'entretien limités) donc un faible poids de naissance ainsi qu'une bonne fertilité et une bonne aptitude maternelle (R_1). Le croisement dit commercial dans lequel tous les produits seraient destinés à l'abattage serait réalisé à partir du 2ème vêlage avec des taureaux à très forte musculature et à potentiel de croissance élevé.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

de la 1ère PARTIE

1 - ABSHER C., HOBBS C.S., 1968.
Pre-calving level of energy in first calf heifers.
J.Anim.Sci., 27, 1130-1131 (abstr.).

2 - AEHNELT E., KONERMANN H., GRUNERT H.E., 1962.
Vergleichende Untersuchungen über die Schnittentbindung am liegenden Rind ventrolateral links und am stehenden Rind in linker Flanke.
Wien. Tierärztl. Mschr., 49, 61-78.

3 - ALEXANDER G., 1946.
Lamb survival : Physiological considerations.
Proc.Aust.Soc.Anim.Prod., 5, 113-122.

4 - ANDERSEN H., PLUM M., 1965.
Gestation length and birth weight in cattle and buffaloes. A review.
J.Dairy Sci., 48, 1224-1235.

5 - ANDERSEN L.G., 1958.
Dystocia in the bovine animal.
Vet. Rec., 70, 1175-1182.

6 - ANDERSON D.C., 1968.
Some causes of calf losses.
Beef cattle field day. U.S. Range Livestock Experimental Station.
Miles City, Montana, Mag., 3, 40-44.

7 - ANDERSON D.C., BELLOWS R.A., 1967.
Some causes of neonatal and postnatal calf losses.
J.Anim.Sci., 26, 941, (abstr.).

8 - AMIR S., KALI J., VOLCANI R., in LODGE G.A., LAMMING G.E., 1968.
"Growth and development of mammals".
London, Butterworths., 234-256.

9 - ARLOING S., 1868.
Etude du bassin chez le mâle et chez la femelle, au double point de vue anatomique et obstétrical.
J.Méd.Vét. (Lyon), 24, 224-279, 353.

10 - ARTHUR G.H., 1966.
Recent advances in bovine obstetrics.
Vet. Rec., 79, 630-644.

11 - ASDELL S.A., 1949.
Nutrition and the treatment of sterility in dairy cattle. A review.
J.Dairy Sci., 32, 60-70.

12 - ASDELL S.A., 1955.
"Cattle fertility and sterility".
Boston Little, Brown and Company, Toronto, 227 p.

13 - AURIOL P., DUMONT B.L., LEFEBVRE J., DUPLAN J.M., 1961.
Caractéristiques générales des vaches charolaises et croissance de leurs produits.
France-Elevage Charolais, 3, 1-28.

.../..

14 - BALIKA S., 1965.
Data on heavy parturition of cattle. (en hongrois).
Allattenyesztes, 14, 229-234.

15 - BARCROFT J., 1946.
Researches on pre-natal life.
Oxford. Blackwell Scientific publ. 292 p.

16 - BARCROFT J., KENNEDY J.A., 1939.
The distribution of blood between the foetus and the placenta in sheeps.
J.Physiol., 95, 173-186.

17 - BARONE R., 1966.
"Anatomie comparée des mammifères domestiques".
I, Ostéologie, Lab. 'anat., Ec.nat.vét. Lyon, 811 p.

18 - BIBE B., 1969.
Phénomènes d'hétérosis chez les bovins à viande.
Mém.fin Etud., Inst.nat.agron., Paris, 67 p.

19 - BELLOWS R.A., 1966.
Improving reproductive efficiency in beef cattle.
Vet.Scope., 11, 1-16.

20 - BELLOWS R.A., ANDERSON D.C., SHORT R.E., 1969.
Some factors associated with calving difficulty.
J.Anim.Sci., 29, 184 (abstr.).

21 - BELLOWS R.A., GIBSON R.B., RILEY T.M., THOMPSON G.S., URICK J.J., PAHNISH O.F., 1965.
Pelvic area and body size relationships in Hereford heifers.
J.Anim.Sci., 24, 913 (abstr.).

22 - BENGTSSON L.P., SCHOFIELD B.M., 1963.
Progesterone and the accomplishment of parturition.
J.Reprod.Fert., 5, 423.

23 - BELIC M., MENISSIER F., 1968.
Etude de quelques facteurs influençant les difficultés de vêlage en croisement industriel.
Ann.Zootech., 17, 107-142.

24 - BELIC M., VUKOVIC D., PODGORNIK B., GLIGOROVIC M., 1968.
Investigation of some factors affecting difficult calvings of cows in industrial crossing. (en Yougoslave).
Arhiva za poljoprivredne nauke, 21, 126-139.

25 - BELLET J., 1957.
La production, l'élevage et l'engraissement des veaux "à croupe de poulain" dits "mulots".
Bull.tech.inf. Ing.Serv.agric., 116, 21-24.

26 - BEN DAVID B., 1960.
Contributi ed observazioni pratiche sulla distocia causate da un feto relativamente grande nella vacca Frisona israelianna.
Clinica vet., Milano, 83, 412-419.

.../..

27 - BEN DAVID B., 1964 a.
Obstetric measurements of the pelvis in Israeli-Friesian heifers during pregnancy as compared to those of their cows at the time parturition.
Refuah vet., 21, 49-45.

28 - BEN DAVID B., 1964 b.
Observations on the occurence of first oestrus, second oestrus and anoestrus following parturition in dairy cattle in the Yezre'el Valley.
Refuah vet., 21, 189-193.

29 - BOIS C.H.W. (de), 1960.
Sectio caesarea bij het rund.
Tijdschr.Diergeneesk., 85, 699-738.

30 - BONFERT A., 1964.
Kontrolle der Kalbungen von Besamungsbullen.
Tierzüchter, 16, 885-886.

31 - BOSMAN D.J., HARWIN G.O., 1966.
Genetic and environmental factors affecting pre-weaning traits in beef cattle under extensive ranching conditions.
Proc.S.Afr.Soc.Anim.Prod., 5, 153-159.

32 - BOULDOIRE J.L., 1970.
Les variations d'ouverture pelvienne de quelques races bovines dans le Sud-Ouest de la France.
Mém.fin Etud., E.N.I.T.A., Bordeaux, 60 p.

33 - BOUGLER J., DERVEAUX P., 1969.
Etude des durées de gestation dans l'espèce bovine.
Union Nationale des Livres Généalogiques, Paris, 46 p.,Ronéoté.

34 - BROWN C.J., GALVEZ M.V., 1969.
Maternal and other effects on birth weight of beef calves.
J.Anim.Sci., 28, 162-167.

35 - BURRIS M.J., BLUNN C.T., 1952.
Some factors affecting gestation length and birth weight of beef cattle.
J.Anim.Sci., 2, 34-41.

36 - CLEGG M.T., in COLE H.H., CUPPS P.T., 1959.
"Reproduction in domestic animals".
I, Academic Press, New-York, 509-538.

37 - COUTEAUDIER J.F., 1970.
Variations génétiques de l'ouverture pelvienne et estimation des difficultés de vêlage dans les élevages de sélection charolais.
Mém. fin Etud. I.T.P.A., Paris, 86 p.

38 - CABRINI J.J., CAVANDOLI H.H., 1964.
Cruzas con charolés en Marcos Juarez.
Boln.tec.Estac.exp.agropec., Marcos Juarez, 1, 1-34
(in Anim.Breed.Abstr., 34, 26).

.../..

39 - CHAPPAT P., 1967.
Les disproportions foeto-pelviennes et leur traitement chez la vache.
Revue Méd.vét., 118, 913-948.

40 - CARTWRIGHT T.C., 1964.
Hybrid vigour in Brahman-Hereford crosses.
Tech.Mono.Tex.Agric.Exp.Stn, US, 50 p.

41 - CRAPLET C., 1952.
"Reproduction normale et pathologique des bovins".
Vigot Frères, Paris, 260 p.

42 - CREEK M.J., NESTEL B.L., 1962.
Observations upon the birth weight of cross-bred charolais calves with reference to the absence of difficulty at parturition.
Brit.vetJ., 118, 282-288.

43 - CROWLEY J.P., 1965.
The effect of charolais bulls on calving performance.
Ir.J.Agric.Res., 4, 205-213.

44 - DAMON R.A. (Jr), CROWN R.M., SINGLETARY C.B., McCRAINE S.E., 1960.
Carcass characteristics of pure breed and cross bred beef steers in the Gulf Coast Region.
J.Anim.Sci., 18, 1103-1113.

45 - DAMON R.A. (Jr), HARVEY W.R., SINGLETARY C.B., McCRAINE S.E., CROWN R.M., 1961.
Genetic analysis of cross breeding beef cattle.
J.Anim.Sci., 20, 849-857.

46 - DAWSON W.M., PHILLIPS R.W., BLACK W.H., 1947.
Birth weight as a criterion of selection in beef cattle.
J.Anim.Sci., 6, 246-257.

47 - DECHAMBRE P., 1910.
Les veaux à croupe de poulain.
Rec1.Méd.vét.Ec.Alfort, 87, 301-306.

48 - DEGHILAGE, 1911.
Angustie pelvienne et géantisme du train postérieur (cul-de-poulain).
Ann.Méd.vét., 60, 1-9, 65-79, 129-139, 193-202.

49 - DERIVAUX J., 1957.
"Obstétrique vétérinaire".
Vigot Frères, Paris et Desoer S.A., Liège, 392 p.

50 - DERIVAUX J., FAGOT V., HUET R., 1964.
Le problème des dystocies. Essais de pelvimétrie.
Ann.Méd.vét., 108, 335-365.

51 - DIETEN S.W.J. (VAN), 1963.
Mortaliteit van Kalveren bij de partus à terme van M.R.I.J. - Runderen.
Thèse vét.Utrecht, 188 p.

.../..

52 - DONALD H.P., 1963.
Perinatal deaths among calves in a crossbred dairy breed.
Anim.Prod., 5, 87-95.

53 - DONALD H.P., RUSSEL W.S., TAYLOR ST.C.S., 1962.
Birth weights of reciprocally crossbred calves.
J.Agric.Sci., Camb., 58, 405-412.

54 - DREYER D., SMIDT D. , 1966.
Welche Bedeutung haben Schwergeburten und Kälberverluste für die züchterische Beurteilung von Besamungsbullen ?
Tierzüchter, 18, 528-529.

55 - DUNN T.G., WILTBANK J.N., ZIMMERMAN D.R., INGALLIS J.E., 1964.
Energy level and reproduction in beef females.
J.Anim.Sci., 23, 594 (abstr.).

56 - EDWARDS J., JOBST D., HODGES J., LEYBURN M., O'CONNOR L.K., MacDONALD A., SMITH G.F., WOOD P., 1966.
The charolais report.Milk Mktg Bd, 47 p.

57 - EKESBO I., 1966.
Incidence of disease and injury and causes of the incidence variations.
Acta Agric.Scand., (15), 24-28.

58 - ELVIN S., 1965.
Kalvingssvårigheter hos SLB-kvigor, En inverhering av orsakerna.
Aktuellt Från lantbrukshögskolan.
Nr., 75, 77.

59 - ERB R.E., RANDELL R.D., MELLIN T.H., ESTERGREEN V.L. (Jr), 1968.
Urinary estrogen excretion rates during pregnancy in the bovine.
J.Dairy Sci., 51, 416-427.

60 - ERISMANN H., 1965.
Der Kaiserschnitt beim Rind (ein Beitrag aus der Praxis zu dessen Technik und Kasuistik).
Schweiz.Arch.Tierheilk., 107, 396-400.

61 - ESTERGREEN V.L., FROST O.L., GOMES W.R., ERB R.E., BULLARD J.F., 1967.
Effect of ovariectomy on pregnancy maintenance and parturition in dairy cows.
J.Dairy.Sci., 50, 1293-1295.

62 - EVERETT R.W., MAGEE W.T., 1965.
Maternal ability and genetic ability of birth weight and gestation length.
J.Dairy.Sci., 58, 957-961.

63 - EWING J.M., 1968.
Dystocia in the heifer.
Vet.Rec., 83, 157.

64 - FAGOT V., 1964.
La vraie conformation de boucherie en rapport avec les possibilités de vêlage.
Zootechnia, 13, 3-17.

.../..

65 - FAGOT V., 1965.
Dystocies et pelvimétrie.
Zootechnia, 14, 60-64.

66 - FITCH J.B., MacGILLIARD D.C., DRUMM G.M., 1924.
A study of the birth weight and gestation of dairy animals.
J.Dairy Sci., 7, 223-233.

67 - FREBLING J., POUJARDIEU R., VISSAC B., BERANGER C., TEISSIER J.H., 1967.
Etude du croisement sur la race d'Aubrac (essais Aubrac 65).
Compte rendu technique n° 2 (stations de sélection bovines).
Bull.Tech.Inf., 225, 1-12.

68 - FRIEDLI U., 1965.
Häufigkeit der einzelnen Geburtsstörungen beim Rind unter schweizerischen Praxisverhältnissen.
Schweizer Arch. Tierheilk., 107, 497-532.

69 - FRIEDLI U., 1966.
Statistische Untersuchungen über Schwergeburten beim Rind.
Schweiz.landw. Mh., 44, 275-277.

70 - FOULLEY J.L., ROUVIER R., 1971.
Méthode d'établissement des index de sélection des taureaux sur la valeur bouchère de leurs veaux.
Ann.Génét.Sél.anim. (à paraître).

71 - GAILLARD C., 1969.
Untersuchungen über die häufigkeit von Schwer-und Totgeburten beim Simmentaler Fleckvieh und beim Braunvieh.
Schweizer Arch Tierheilk., 111, 603-609.

72 - GAINES J.A., McCLURE W.H., VOGT D.W., CARTER R.C., KINCAIDE C.M., 1966.
Heterosis from crosses among british breeds of beef cattle : fertility and calf performance to weaning.
J.Anim.Sci., 25, 5-13

73 - GANONG W.E., in COLE H.H., CUPS P.T., 1959.
"Reproduction in domestic animals".
I, Academic Press, New York, 85-221.

74 - GERLAUGH P., KUNKLE L.E., RIFE D.C., 1951.
Crossbreeding beef cattle : a comparison of the Hereford and Aberdeen-Angus breeds and their reciprocal crosses.
Res.Bull.Ohio Agric.Stn,(703), 33 p. (in Anim.Breed.Abstr., 19, 1101

75 - GOTINK W.M., GROOT T. (de), STEGNA T., 1955.
Erfelijke gebreken in de rundveefokkerij.
Lantlouvvkundij tijdschrift, 67, 629-672.

76 - GREGORY K.E., SWIGER L.A., KOCH R.M., SUMPTION L.J., ROWDEN W.W., INGALLS J.E., 1966.
Heterosis in preweaning traits of beef cattle.
J.Anim.Sci., 24, 21-28.

.../..

77 - HAFEZ E.S.E., in HAFEZ E.S.E., 1968.
"Reproduction in farm animals".
2ème ed., Leax Febiger, Philadelphia, 173-205.

78 - HANSEN H., 1966.
The incidence of dystocia and postparturient disorders in jersey cattle after cross breeding with charolais bulls.
Br.vet.J., 122, 273-278.

79 - HANSET R., 1961.
Le problème des veaux à "croupe de poulain".
Ann.Méd.vét., 105, 14-31.

80 - HANSET R., 1967.
Le problème de l'hypertrophie musculaire ou caractère "culard" dans la race bovine de moyenne et haute Belgique.
Ann.Méd.vét., 3, 140-180.

81 - HEIMAN M.R., 1968.
Trends in some biological characters in an I.A. cattle population.
VIème Congr.Reprod.Insem.Artif.Paris, 2, 1333-1335.

82 - HIDIROGLOU M., CARMAN G.M., BERNARD C., JORDAN W.A., CHARETTE L.A., 1966.
Comparative growth rates of shorthorn and crossbred beef calves from birth to 1 year of age.
Can.J.Anim.Sci., 46, 217-224.

83 - HIGHT G.K., 1966.
The effects of undernutrition in late pregnancy on beef cattle production.
N.Z.J., Agr. Res., 9, 479-490.

84 - HORN A., DOHY J., BOZO S., 1961.
Sicherung der leichten Geburt durch Jersey - Kreuzung insbesondere bei Erst Pingskühen. Zuchtyg, fort Pastör.
Besam.Haustiere, 5, 248-257.

85 - JACKSON F.C., 1963.
Management of dystocia in first calf heifers.
Vet.Méd., 58, 729-730.

86 - JORDAN W.A., LISTER E.E., ROWLANDS G.J., 1968 a.
Effects of planes of nutrition on wintering pregnant beef cows.
Can.J.Anim.Sci., 48, 145-154.

87 - JORDAN W.A., LISTER E.E., ROWLANDS G.J., 1968 b.
Effect of varying planed of winter nutrition of beef cows on calf performance to weaning.
Can.J.Anim.Sci., 48, 155-161.

88 - JOUBERT D.M., MARLE J.V., 1959.
Birth weight and related phenomena in cattle.
S.Afr.J.Agr.Sci., 2, 133-136.

.../..

89 - KLOSTERMAN E.W., CAHILL V.R., PARKER C.F., 1968.
A comparison of the Hereford and Charolais breeds and their crosses under two systems of management.
Wooster, Ohio Res.Develop.Cent.,Res.Bull.,(1011),21 p.

90 - KONERMANN V.H., DAERR H.C., FREKING H., 1969.
Fruchtbarkeit und Milchleistung nach Schwergeburten beim Rind.
Dtsch.Tierärztl.Wschr., 76, 229-234.

91 - KUMAZAKI K., MATSUO T., 1967.
Genetic and environmental factors affecting birth weight and weaning weight of beef calves.
Agric.Bull.Saga.Univ., (24) 61-71. (in Anim.Breed.Abstr., 37, 424).

92 - KUMAZAKI K., MATSUO T., 1968.
Adjustement for environmental factors on birth weight and weaning weight of beef calves.
Jap.J.Zootech.Sci., 39, 426-431. (in Anim.Breed.Abstr., 37, 228).

93 - LANZ E., 1958.
Zur Kaiserschnitt-operation beim Rind.
Schweiz.Arch. Tierheilk., 100, 329-335.

94 - LEES F.T., McMEEKAN C.P., WALLACE L.R., 1948.
Proc. 8 th conf. N.2. Soc.Anim.Prod., 60.

95 - LENSCH J., 1957.
Klinische betrachtungen zum kaiserschnitt beim Rind.
Tierärztl. Umschau, 12, 386-387.

96 - LENSCH J., 1959.
Der Kaiserschnitt am stehenden Rind als Laparotomie in der linken Flanke.
XVI. Intern. Tierärztl. Kongr., Madrid, 2, 173-174.

97 - LENSCH J., 1964.
Komplikationen beim Kaiserschnitt am stehenden Rind unter linischer Sicht.
Tierärztl. Umschau, 19, 55-60.

98 - LINDHE B., 1966.
Dead and difficult births in cattle and measures for their prevention.
Wrld.Rev.Anim.Prod., 2, 53-58.

99 - LOPEZ SAUBIDET C., CAVANDOLI H., SGARTUA O.A., JOANDET G.E., CABRINI E., VILLAR J.M., SIVORI I.H., HERNANDEZ O., COVAS G., KUGLER W.F., 1963.
Cruzas con Charoles en la région Pampeana.
Boln.tec.Estac.exp.Agropec. Balcarce, I.N.T.A., (6), 1-74.

100 - MACKELLAR J.C., 1960.
The occurence of muscular hypertrophy in South Devon cattle.
Vet.Rec., 72, 507-510.

.../..

101 - MACKELLAR J.C., 1968.
Muscular hypertrophy in South Devon cattle.
Thesis presented for the diploma of fellowship of the royal college of Veterinary Surgeons, 68 p.

102 - McCANCE R.A., WIDDOWSON E.M., 1962.
Nutrition and growth.
Proc. R. Soc., 156, 326-337.

103 - McDONALD L.E., McNUTT S.H., NICHOLS R.E., 1954.
Retained placenta— experimental production and prevention.
Am.J.vet.Res., 15, 22.

104 - MELLEN T.N., ESTERGREEN V.L., ERB R.E., 1964.
Bovine urinary estrogen excretion before and after normal and induced parturition.
J.Anim.Sci., 23, 910 (Abstr.)

105 - MENISSIER F., 1970 et 1971.
Données non publiées.

106 - MENISSIER F., VISSAC B., 1971.
Technique de mesure de l'ouverture pelvienne des bovins.
Ann.Zootech. (à paraître).

107 - MENSAT J.P., 1969.
Intensification de la production du veau de boucherie.
Mém. fin Etud., E.N.S.A., Grignon, 155 p.

108 - [MILK MARKETING BOARD], 1960.
The incidence of difficult calving in Ayrshire and Friesian heifers.
Rep. Breed. Prod. Org., Milk Mktg Bd., Thames Ditton, Surrey, 10, 98-99.

109 - [MILK MARKETING BOARD], 1964.
The Charolais class "c" trials.
Rep.Breed.Prod.Org., Milk Mktg Bd, Tames Ditton, Surrey, 14, 103-108.

110 - [MILK MARKETING BOARD], 1965.
The Charolais trials.
Rep.Breed.prod.Org.Milk Mktg Bd., Thames Ditton, Surrey, 15, 43-47.

111 - MOINE P., 1967.
Etude préliminaire sur les possibilités d'emploi des mesures de pelvimétrie interne pour la sélection des bovins.
Mém. fin Etud., I.T.P.A., Paris, 91 p.

112 - MOLINUEVO H.A., 1970.
Effets d'hétérosis sur les poids à la naissance et au sevrage dans le croisement Charolais × Aberdeen Angus.
Ann.Génét.Sél.anim., 2, 75-84.

113 - MOLINUEVO H.A., 1971.
Variabilité génétique de la croissance avant sevrage dans les races Charolaise et Limousine.
Thèse Doct. 3ème Cycle. Fac.Sc., Paris, 44 p.

.../..

114 - MONTEIRO L.S., 1969.
The relative size of calf and dam and the frequency of calving difficulties.
Anim.Prod., 11, 293-306.

115 - MOORE D.G., 1956.
Some factors affecting difficulty at parturition of two-years-old Herefordheifers.
M.S. Thesis, Oklahoma Agricultural and mechanical college. 62 p.

116 - MORRISON F.B., in RHOAD A.G., 1955.
"Breeding beef cattle for unfavorable environment".
University of Texas press, 59-67.

117 - MORRISON F.B., 1956.
"Feeds and Feeding".
22ème éd. Morrison Pub. Co., Ithaca.

118 - MORTEN D.H., 1968.
Bovine dystocie. A survey of 200 cases met with in general practice.
Vet.Rec., 82, 530-537.

119 - MULLER W., 1964.
Beitrag zur Fruchtbarkeit nach Kaiserchnitt bei Kühen.
Vet.Med.Nachr., 92-94.

120 - [NATIONAL RESEARCH COUNCIL (N.R.C.)], 1958.
Nutrient requirements of farm animals, (579). Nutrient requirements of beef cattle.
National Research Council, Washington, D.C.

121 - NAUDE R.T., 1967.
Birth weight of pure-and crossed dairy calves with observations on the ease of parturition of their dams.
Proc.S.Afr.Soc.Anim.Prod., 6, 137-143.

122 - NEWMAN J.A., 1970.
Foreigncattle breed evaluation for beef production. A preliminary report.Lacombe research report.
Simmental Shield. 5 p.

123 - NIELSEN J., 1965.
En undersøgelse over sammenhængen mellem krydsets og bækkenindgangens dimensioner hos køer.
Særtryk af forsøgslaboratoriets årbog, 239-261.

124 - NORDHOFF G., 1961.
Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit der Schnittenbindung beim Rind unter besonderer Berücksichtigung der antibiotischen Prophylaxe.
Diss.Hanover.

125 - OSINGA A., 1970.
Oestrogen excretion by the pregnant bovine and its relation with some characters of gestation and parturition.
Thèse Doct.Agric., Wageningen, 89 p.

.../..

126 - PACI C., 1935.
Indagnini e controlli sulla formazione della sottorazza Albese.
Riv.Zootec.Firenze, 12, 149-154, 159 , 197-202, 207-208, 240-250, 255.

127 - PALSSON H., in HAMMOND J., 1955.
"Progress in the physiologie of farm animals".
2, . London, Butterworths, 430-542.

128 - PAHNISH O.F., KNAPP B.W., URICK J.J., BRINKS J.S., WILSON F.S., 1965.
Preliminary results of crossbreeding beef cattle, 8 p. (ronéoté).

129 - PINNEY D., POPE L.S., URBAN K., STEPHENS D., 1961.
Winter feeding studies with beef heifers.
Okla.Agr.Exp.Sta.Mis.Pub.MP-64, 12-22.

130 - PLASSE D., KOGER M., 1967.
A study of birth and weaning weights in a registrred Santa Gertrudis herd.
Mems.Assoc.Lat.Am.Prod.Anim., 2, 7-22.(in Anim.Breed.Abstr., 37, 35)

131 - POPE L.S., SHRODER J.D., HUMPHREY R.D., STEPHENS D., MacVICAR R., 1955.
Effect of level of wintering and age at first calving on the performance of range beef cows.
Okla.Agr.Exp.Sta.Mis.Pub. MP(43).

132 - PORTE M.E., 1968.
Mensurations du bassin de la vache. Incidence sur le vêlage.
Bull.Soc.Vét.Prat.Fr., 52, 165-173.

133 - RAESIDE J.I., 1963.
Urinary estrogen excretion in the pig during pregnancy and parturition.
J.Reprod.Fert., 6, 427-431.

134 - RAIMONDI R., 1965.
Results of a breeding test with double muscled cows.
Ann.Sper.Agr.N.S., 17, 471.

135 - REID J.T., LOOSLI, J.K., TRIMBERGER, G.W., TURK K.L., ASDELL S.A., SMITH S.E., 1964.
Causes and prevention of reproductive failure in dairy cattle.
IV. Effect of plane of nutrition during early life on growth, reproduction, production, health and longevity of Holstein cows.
Cornell.Univ.Agr.Exp.Sta., Bull., (987), 31 p.

136 - REGIS R., 1969.
Les variations d'ouverture pelvienne et leur relation avec les conditions de vêlage.
Mém. fin Etud., E.N.S.A., Grignon, 42 p.

137 - REYNEKE J., PENZHORN E.J., 1964.
Birth weights and related phenomena in Charolais : Friesland calves with special reference to dystokia.
Proc.S.Afr.Anim.Prod., 3, 166-169.

.../..

138 - RICE L.E., 1969.
Dystocia in cattle.
M.S. Thesis, Colorado state Univ., Fort Collins, Colorado 137 p.

139 - ROBERTS S.J., 1956.
"Veterinary obstetrics and genital diseases".
Ithaca, Roberts S.J.

140 - ROBERTSON O.L., 1967.
Pelvic area measurements of heifers as a prediction of calving difficulty.
M.S. Thesis, Dept.of Anim.Hub.Univ.Tenn., 43 p.

141 - RODOT J.J., 1967.
Contribution à l'étude du veau à "caractère culard" dans la race Charolaise. Problèmes d'élevage et de reproduction.
Thèse Doct.Vét., Lyon, 96 p.

142 - ROLLINS W.C., JULIAN L.M., CARROLL F.D., 1969.
A note on the body composition of a double-muscled female and a normal female from a linebred Aberdeen Angus Herd.
Anim.Prod., 11, 111-114.

143 - ROWDEN W., 1970.
Progress report, germ plasm evaluation program.
Report of U.S. Meat Animal Research Center Beef Cattle Field Day. Clay Center, Nebraska, August 21. Anim.Sci.Div.Agric.Res.Serv.U.S. Dep.Agric., and Univ.Nebraska cooperating, 16-20.

144 - SAGEBIEL J.A., KRAUSE G.F., SIBBIT B., LANGFORD L., COMFORT J.E., DYER A.J., LASLEY J.F., 1969.
Dystocia in reciprocal crossed Angus, Hereford and Charolais cattle.
J.Anim.Sci., 29, 245-250.

145 - SAINT-CYR F., 1888.
"Traité d'obstétrique vétérinaire".
Paris, Asselin et Houzeau, 1194 p.

146 - SCHMIDT E., 1948.
Trächtigkeitsdauer und Zwischenträchtigkeitszeiten beim deutschen Rotvieh.
Diss.Vet.Med.,Fak., Justusliebig-hochoch.Bodenkult.vét-Méd., Giessen 30 p.

147 - SCHOFIELD B.M., 1966.
The initiation of parturition.
J.Reprod. Fert., 12, 416-417.

148 - SHORT R.V., 1960.
Blood progesterone levels in relation to parturition.
J.Reprod.Fert., 1, 61-70.

149 - SIGNORET J.P., POLY J., VISSAC B., 1965.
Etude statistique des causes de variation de quelques paramètres du cycle de reproduction des vaches laitières. I. La durée de gestation dans les races bovines Normande et Française Frisonne Pie-Noire.
Ann.Zootech., 4, 273-294.

.../..

150 - SLOSS V., JOHNSON D.E., 1967.
The cause and treatment of dystocia in beef cattle in western Victoria. II. Causes, methods of correction and maternal death rates.
Aust.vét.J., 43, 13-21.

151 - SMIDT D., CLOPPENBURG R., 1967.
Die Schwergeburt beim Rind aus züchterischer Sicht.
Berl. Munch. Tierärztl.Woch, 180, 1-4.

152 - SPENGLER R., 1960.
Der Kaiserschnitt beim Rind und seine Rentabilität.
Tierärztl.Umschau, 15, 51-52.

153 - STONAKER H.H., 1963.
A genetic hypothesis for sex mating systems interactions in growth of cattle and Poultry.
J.Anim.Sci., 22, 320-325.

154 - STARK H., 1958.
Methodik und operative Technik bei der Durchführung der Sectio Caesrea am Rind in der Landpraxis.
Wien.Tierärztl.Mschr., 45, 693-709.

155 - [SYNDICAT DE CONTROLE DES ELEVAGES NIVERNAIS (S.C.P.E.N.)] 1965.
A - Fécondité et mortalité dans les élevages charolais. B. Difficultés de vêlage des reproductrices charolaises, Nièvre, 12 p. ronéoté.

156 - SWANSON E.W., HINTON S.A., 1964.
Effect of seriously restricted growth upon lactation.
J.Dairy Sci., 47, 267-272.

157 - TAYLOR ST. C.S., in LODGE G.A., LAMMING G.E., 1968.
"Growth and development of mammals".
London, Butterworths, 267-290.

158 - TOTUSEK R., HOLLAND G.L., ARNEST D., JONES E.W., 1961.
The influence of excessive fatness on the performances of beef dams.
Feeder's day report, Okla.Agr.Exp.Sta.Mis.pub.MP (64), 63-66.

159 - TSATSKIN H., [ANGEL H.], 1953.
Some factors affecting birth weight of beef calves.
Thesis, Kansas State College Library, Manhattan, Kansas.

160 - TURMAN E.J., POPE L.S., STEPHENS D.F., 1965.
Some factors associated with the rebreeding of two-years-old Hereford heifers on high, moderate and low levels of winter supplemental feeding.
Feeder's day report. Okla.Agr.Exp.Sta.Mis.Pub. MP.(76), 25-31

161 - TURMAN E.J., SMITHSON L., POPE L.S., RENBARGER R.E., STEPHENS D.F., 1964.
Effect of feed level before and after calving on the performance of two-years-old heifers.
Progress report. Okla.Agr.Exp.Sta.Mis.Pub.MP.(74), 10-17.

.../..

162 - TURNER C.D., 1960.
"General endocrinology".
W.B. Saunders Company, Philadelphia, 511 p.

163 - TUTT J.B., 1944.
A study of 97 consecutive cases of bovine dystocia as they were encountered in the course of general practice.
Vet.J., 100, 154-161, 182-187.

164 - VANDEPLASSCHE M., BOUTERS M., SPINCEMAILLE J., HERMAN J., 1968.
Wird beim Rind die Trächtigkeit durch eine vorausgegangene Schnittentbindung beeinträchtigt?
Zuchthygiene, 3, 62-69.

165 - VANDEPLASSCHE M., HERMAN J., BOUTERS R., SPINCEMAILLE J., 1965.
Obstetrique préventive chez les bovins (en flamand).
Vlaams Diergeneesk.Tijdschr, 34, 161-172.

166 - VANDENBUSSCHE O., VANDENBUSSCHE P., VANDEPLASSCHE M., 1964.
Dystocies chez les bovins Rouges de l'Ouest Flamand (en flamand).
Vlaams Diergeneesk.Tijdschr, 33, 205-215.

167 - [VETERINARY CLINICAL OBSERVATION UNIT], 1963.
The Charolais survey.
Vet.Rec., 75, 1045-1048.

168 - VISSAC B., 1968.
Etude du caractère culard. II. Incidence du caractère culard sur la morphologie générale des bovins.
Ann.Zootech., 17, 77-101.

169 - VISSAC B., FREBLING J., MENISSIER F., 1970 a.
Amélioration génétique des bovins pour la production de viande.
Cours approfondi d'amélioration génétique des animaux domestiques, Cycle 1969-1970, 213 p.

170 - VISSAC B., LOGEAY B., PERREAU B., 1970 b.
Intérêt et possibilités d'emploi de taureaux culards pour le croisement industriel.
Bull.Tech.Dep.Genet.Anim., (8), Chap.IV., 5 p.

171 - VISSAC B., PERREAU B., MENISSIER F., MAULEON P., 1971.
Etude du caractère culard. Bilan d'exploitation d'un troupeau de femelles.
Ann.Génét.Sél.anim. (à paraître).

172 - WALLACE L.R., 1948.
The growth of lambs before and after birth in relation to the level of nutrition.
J.Agric.Sci., 38, 93-153, 243-302, 367-401.

173 - WESTBYE O., NÆSS B., 1966.
Fødlselvanskelighter ved kryssing Charolais-Norske raser. Særtrykk av medlembsblad for den norske.
Veterinær forening, 424-429.

.../..

174 - WHEATON-SMITH D., 1959.
The charolais breed.
British cattle breeders club digest, (15), 192-209.

175 - WICKERSHAM E.W., SCHULTZ L.H., 1963.
Influence of age at first breeding on growth, reproduction and production of well-fed Holstein heifers.
J.Dairy Sci., 64, 544-549.

176 - WILLIAMS K.R., 1968.
A study of dystocia in the heifer.
Vet.Rec. 83, 87-92.

177 - WILSON P.N., OSBOURNE D.F., 1960.
Compensatory growth after undernutrition in mammals and birds.
Biol.Rev., 35, 324-363.

178 - WILTBANK J.N., 1961.
Save more calves at birth.
Neb.Expt.Sta.Quarterley Summer ed., 1 p.

179 - WILTBANK J.N., 1964.
Can losses at calving be decreased ?
Cattle Growers short course Proceedings. N.Mex.St.Univ, 6 p.

180 - WILTBANK J.N., BONO J., WARWICK E.J., DAVIS R.E., COCK A.C., REYNOLDS W.L., HAZEN M.W., 1965.
Influence of total feed and protein intake on reproductive performance in the beef female through second calving.
U.S. Dept.Agr.Tech.Bull., (1314), 45 p.

181 - WILTBANK J.N., ROWDEN W.W., INGALLS J.E., GREGORY K.E., KOCH R.M., 1962.
Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows.
J.Anim.Sci., 21, 219-225.

182 - WILTBANK J.N., ROWDEN W.W., INGALLS J.E., ZIMMERMAN D.R., 1964.
Influence of postpartum energy level on reproductive performance of Hereford low restricted in energy intake prior to calving.
J.Anim.Sci., 23, 1049-1053.

183 - WITHERS F.W., 1953.
Mortality rates and disease incidence in calves in relation to feeding managment and other environmental factors. Part.VI.
Brit.vet.J., 109, 122-131.

184 - WITTENBERG K., 1963.
Vergleichende Untersuchungen über Gesundheit, Fruchtbarkeit und Milchleistung nach Embryotomie und Kaiserschnitt beim Rind.
Diss.Hannover.

185 - WOODWARD R.R., CLARK R.T., 1959.
A study of stillbirths in a herd of range cattle.
J.Anim.Sci., 18, 85-90.

.../..

186 - WRIGHT J.C., 1958.
Bovine dystocia.
Vet.Rec.,70, 347-356.

187 - YOUNG J.S., 1968 a.
Breeding patterns in common commercial beef herds. 2. Performance following the first joining.
Aust.vet.J., 44, 487-492.

188 - YOUNG J.S., 1968 b.
Breeding patterns in commercial beef herds. 3. Observations on dystocia in a Devon Herd.
Aust.vet.J., 44, 550-556.

189 - YOUNG J.S., 1970.
Studies on dystocia and birth weight in Angus heifers calving at two years of age.
Aust.vet.J., 46, 1-7.

190 - ZARROW M.S., in HAFEZ E.S.E., 1968.
"Reproduction in farm animals".
2ème ed. Leax Febiger, Philadelphia, 3-26.

R E F E R E N C E S B I B L I O G R A P H I Q U E S

de la 2ème partie *

* Ne sont mentionnées ci-dessous que les références bibliographiques utilisées dans la 2ème partie de notre travail et non mentionnées dans la liste des des références bibliographiques de la 1ère partie.

1 - ABDALLAH O.Y., MENISSIER F., VISSAC B., 1971.
Liaison entre la musculature des races et leur aptitude morphologique au vêlage.
Xème Congr.Int.Zootechn., Féd.Europ.Zootechn. 1971 (Versailles).

2 - ANONYME, 1971.
L'élevage francais.
10ème Congr.Int.Zootech., COFRANIMEX, PARIS.

3 - BONNOT N., 1971.
Amélioration génétique et estimation précoce de l'aptitude au vêlage des génisses charolaises.
Mém.fin Etud., E.N.I.T.A., Dijon, 70 p.

4 - DUNCAN D.B., 1955.
Multiple range and multiple F tests.
Biom., 11, 1-42.

5 - FREBLING J., POUJARDIEU R., VISSAC B., BERANGER C., TEISSIER J.H., 1967.
Note générale, Compte rendu technique n° 1 (stations de sélection bovine).
Bull.Tech.Inf., 225, 1-8.

6 - KEMPTHORNE O., 1960.
"The design and analysis of experiments".
2ème ed. New York. John Wiley & sons, Inc., London, 631 p.

7 - KENDALL M.G., STUART A., 1961.
The advanced theory of statistics.
2, Charles Griffend Compagny limited, London, 676 p.

8 - KRAMER C.W., 1956.
Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications.
Biom., 12, 307-310.

9 - LEROYER P., 1971.
Comparaison des différents schémas de croisements entre les races Blonde d'Aquitaine et Charolaise et la race Gasconne.
Mém. fin Etud., E.S.A.P., Toulouse, 82 p.

10 - QUITTET E., 1963.
"Races bovines françaises".
2ème ed. La Maison Rustique. Paris, 79 p.

11 - SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G., 1968.
"Statistical methods".
6ème ed. The Iowa State Univ.Press, Ames, Iowa, USA, 593 p.

A N N E X E

TABLEAU I

RESULTATS GLOBEAUX DES ESSAIS DE SYNCHRONISATION DE L'OESTRUS APRES VELAGE - (échantillon n° 1 - Aubrac)

COMPARAISON CONSIDEREE		NOMBRE DE FEMELLES TRAITEES	FEMELLES EN CHALEUR PENDANT TRAITEMENT		FEMELLES EN CHALEUR INDUITES*		FEMELLES VELANT L'ANNEE SUIVANTE	
			n	%	n	%	n	%
TYPE GENETIQUE	AA	15	4	26,7	11	73,3	13	86,7
	BA	11	4	36,4	6	54,5	10	90,9
	CA	13	3	23,1	5	38,5	6	46,2
TYPE DE TRAITEMENT	MAP(1)	13	1	7,7	7	53,9	10	76,9
	MAP(2)	13	5	38,5	7	53,9	9	69,2
	DROXONE (3)	13	5	38,5	8	61,5	10	76,9
CONDITIONS DE VELAGE	Facile	20	6	30,0	15	75,0	17	85,0
	Difficile	9	4	44,4	5	55,6	7	77,8
	Intervention chirurgical	10	1	10,0	2	20,0	4	40,0

(1) "MAP" = Medroxyprogestéroneacétophénide : pendant 18 jours (par voie orale).

(2) "MAP" : pendant 9 jours (par voie orale) + valérate d'oestradiol : le 2ème jour du traitement (injection intramusculaire).

(3) "DROXONE" = Dihydroxyprogestéronéacétophénide : pendant 9 jours du traitement (par voie orale) + valérate d'oestradiol : le 2ème jour du traitement (injection intramusculaire).

(*) Les inséminations ont eu lieu pendant les 4 jours suivant la fin du traitement.

TABLEAU II

TEMPS ET COUTS ESTIMES DES INTERVENTIONS AU VELAGE

TYPE INTERVENTIONS AU VELAGE	TEMPS	MAIN - d'OEUVRE NECESSAIRE	COUT HORAIRE DE LA MAIN-d'OEUVRE		COUT TOTAL DE LA MAIN d'OEUVRE		COUT TOTAL (*) MAIN d'OEUVRE ET VETERINAIRE	
			Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
Légère assistance	30 mn	1 ouvrier qualifié	5,73 F	11,64 F	2,85 F	5,80 F	100	200
Assistance importante sans vétérinaire	45 mn	1 ouvrier qualifié	5,73 F	11,64 F	10,70 F	20,40 F	370	740
		2 ouvriers moyennement qualifiés	4,30 F	8,60 F				
Assistance d'un vétérinaire	45 mn	1 ouvrier qualifié	5,73 F	11,64 F	6,90 F	13,80 F	1470	2230
		1 ouvrier non qualifié	3,58 F	7,16 F				
Intervention chirurgicale	45 mn	1 ouvrier qualifié	5,73 F	11,64 F	20,40 F	40,80 F	9500	11900
		1 ouvrier moyennement qualifié	4,30 F	8,60 F				
		1 ouvrier non qualifié	3,58	7,16 F				

(*) exprimé en indice (100 étant le coût d'un vêlage avec légère assistance le jour)